

I N S T I T U T O D E E C O N O M Í A



T E S I S d e M A G Í S T E R

2018

Efecto del Proyecto «Todo Chile Comunicado» en el Desempeño Académico de
Estudiantes Escolares

Carmen Luz Edwards Granifo

www.economia.puc.cl

Efecto del Proyecto “Todo Chile Comunicado” en el Desempeño Académico de Estudiantes Escolares

Carmen Luz Edwards Granifo

8 de enero de 2019

Resumen

Existe poca evidencia empírica sobre los efectos de internet en la educación, más aún cuando se trata de la masificación de la conectividad en lugar del mejoramiento de esta. Este trabajo mide el impacto que tiene el plan Todo Chile Comunicado en el desempeño académico de estudiantes escolares, a través de la masificación de internet. Mediante una estrategia de estudio de eventos con matching en propensity score, se utilizan micro datos de estudiantes y de las localidades beneficiadas para evaluar el efecto causal del programa en el resultado académico de los establecimientos ubicados en las zonas beneficiadas. Se encuentra que en promedio el efecto es positivo y muy pequeño para los niños y nulo para los adolescentes, lo que no se mantiene para los establecimientos particulares pagados ni para los de mayor grupo socioeconómico, donde el efecto es negativo y de mayor magnitud. Queda abierta la posibilidad de que el programa haya afectado al país de forma transversal, y que mejoras en futuros programas de conectividad pudiesen, quizás, incrementar los efectos encontrados.

⁰Trabajo realizado en el Seminario de Tesis de Magíster, Instituto de Economía UC. Agradezco a los profesores Gert Wagner, Alejandra Traferri y Felipe González por su gran disposición y enseñanza. Agradezco también al profesor Gonzalo Edwards, Gonzalo de la Carrera y Diego Fuenzalida por sus comentarios y apoyo durante la realización de este trabajo. Todos los errores son de mi completa responsabilidad. Dudas y comentarios: cledwards@uc.cl.

Índice

1. Introducción	3
2. Revisión de Literatura	4
3. Evolución del Internet en Chile	6
3.1. Uso de Internet	7
3.2. Plan Todo Chile Comunicado	7
4. Marco Conceptual	8
5. Datos	12
5.1. Tratados y Controles	13
5.2. Estadística Descriptiva y Balance Pre-Tratamiento	15
6. Estrategia Empírica	17
6.1. Controlando por la Probabilidad de ser Tratado	19
6.2. Validez de la Estrategia Empírica	20
7. Resultados	22
7.1. Estimación para Cuartos Básicos	22
7.2. Estimación para Octavos Básicos	27
8. Efectos Heterogéneos	31
8.1. Heterogeneidad entre Hombres y Mujeres	31
8.2. Heterogeneidad según Tipo de Establecimiento y Grupo Socioeconómico	32
8.3. Heterogeneidad de acuerdo al Nivel de Internet antes del Tratamiento	34
9. Conclusiones y Reflexiones	35
Referencias	38
10. Figuras	40
11. Anexos	44

1. Introducción

La aparición y rápida evolución de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han revolucionado la forma en que se desarrollan las sociedades a nivel mundial, siendo uno de los mayores cambios a los que se enfrentan los países en la actualidad. Si bien, los avances tecnológicos conllevan grandes oportunidades, también presentan importantes desafíos para los creadores de políticas públicas. De esta forma, uno de los principales focos del sector público de los distintos países ha sido enfrentar de forma correcta las dificultades y riesgos de la tecnología, para así sacar provecho de los beneficios que la digitalización puede tener en las personas (OECD, 2018).

En este contexto, durante el período 2010-2013, se llevó a cabo el proyecto Todo Chile Comunicado¹, que logró brindar acceso a Internet de banda ancha a cerca de 1500 localidades rurales de Chile que tenían muy baja o nula penetración de internet. Sin embargo, hasta ahora se desconoce el impacto que pudo haber tenido esta política.

En el ámbito de la educación, la presencia de TIC amplía las posibilidades de los alumnos, cambiando la forma en que ellos toman decisiones y se desarrollan académicamente. Así, los estudiantes se ven enfrentados a nuevos productos, obteniendo mejores posibilidades de aprendizaje, pero también mayores distracciones. Faber, Sanchis-Guarner y Weinhardt (2015), presentan un marco teórico en el que hablan del *Efecto Facebook* que se refiere a la disminución del tiempo estudiado por el alumno debido a las nuevas distracciones. En otras palabras, explica como el alumno puede sustituir estudio con otras actividades, al verse atraídos por nuevas fuentes de entretenimiento. Como contraparte, mencionan el *Efecto MOOC* que explica la mejora en la productividad del estudio a través de un mayor acceso a contenido educacional. Esto se ve reflejado en que cada hora de estudio puede generar ahora un mayor nivel de aprendizaje. Mientras que el uso de internet doméstico depende del funcionamiento de cada hogar, los establecimientos generalmente buscan apaciguar el *Efecto Facebook* controlando los contenidos disponibles, por lo que se podría esperar una diferencia en el efecto de internet doméstico y escolar.

Hasta ahora, existe poca evidencia empírica del efecto neto del acceso a internet en educación. Distintos autores como Faber et al (2015) y González (2017) se enfocan principalmente en la influencia de una mejora en la velocidad de internet en el desempeño académico, encontrando efectos nulos para casi todos los indicadores. El presente estudio busca cuantificar el efecto del plan Todo Chile Comunicado en el desempeño académico de los estudiantes escolares que asisten a establecimientos que fueron beneficiados por el programa, buscando ser un insumo relevante en la creación de políticas públicas. A través de un mecanismo de estudio de eventos con *matching en propensity score*, se buscará aislar el efecto de la presencia de banda ancha en el puntaje de la prueba SIMCE de los establecimientos educacionales de las

¹El proyecto Todo Chile Comunicado es una iniciativa público-privada que apoya la construcción y operación de redes de telecomunicaciones. El programa se implementó en el marco del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones, donde participaron a través de financiamiento compartido Entel y la Subsecretaría de Comunicaciones. Este proyecto se llevó a cabo en tres etapas entre los años 2010 y 2013, logrando brindar acceso a internet de banda ancha a cerca de 1500 localidades rurales que tenían un potencial de desarrollo productivo. El proyecto incluye la posibilidad de acceder a internet con un valor preferencial, con un plan que solamente es válido dentro de las localidades (Entel).

zonas beneficiadas.

La relevancia de este estudio está en primer lugar en que, a diferencia de estudios previos, se estimará de forma aislada el efecto del acceso a internet, excluyendo las mejoras en conexión. Hasta ahora, la literatura relevante se centra en los efectos de cambios en la calidad de las conexiones, encontrando efectos nulos para casi todos los indicadores de desempeño académico. Sin embargo, ante la posibilidad de que los efectos de una mejora en el alcance de las conexiones sean distintos a los de una mejora en la calidad de estas, los resultados obtenidos serán una herramienta útil para el manejo de políticas públicas, que generalmente se enfocan en mejorar el alcance de las TIC en lugar de su calidad.

En segundo lugar, a diferencia de González (2017), se cuenta con datos exactos de las localidades beneficiadas por el proyecto, por lo que no será necesario utilizar las comunas como unidad de análisis, obteniendo resultados más precisos. Finalmente, los datos permiten estudiar como el acceso a internet puede afectar de forma distinta a diferentes grupos. De esta forma, las políticas públicas pueden enfocarse en aquellos grupos que se ven beneficiados con el mayor acceso, o buscar soluciones complementarias para quienes no lo fueron.

En la siguiente sección se presenta la literatura relevante y el aporte del estudio a esta. La Sección 3 caracteriza el uso de internet en Chile y el aporte del plan Todo Chile Comunicado. En la Sección 4 se presenta un breve marco conceptual ejemplificando la forma en que razonan los estudiantes ante el cambio en posibilidades producido por la llegada de internet. Luego, la Sección 5 detalla los datos utilizados, que abren paso a la metodología explicada en la Sección 6. La Sección 7 describe y explica los resultados obtenidos para la muestra de cuartos y octavos básicos. La Sección 8 discute posibles heterogeneidades según sexo, tipo de establecimiento, grupo socioeconómico y calidad del internet antes del tratamiento. Finalmente, la Sección 9 presenta las conclusiones y algunas reflexiones.

2. Revisión de Literatura

Durante los últimos años, el progreso digital ha jugado un importante rol en el desarrollo de los países. Sin embargo, a pesar de que las capacidades tecnológicas pueden ser transferidas de país en país, la infraestructura y capacidades humanas necesarias para la correcta recepción de la tecnología dependen de múltiples variables, lo que presenta un importante desafío (OECD, 2018). Es por esto que mientras algunos han logrado aprovechar los beneficios de las nuevas tecnologías, existen otros que se están quedando atrás, provocando la llamada “Brecha Digital” (Chen y Wellman, 2004).

Esta brecha cobra importancia en el desarrollo de políticas públicas, donde se busca crear un contexto adecuado para la creación y recepción de conocimientos tecnológicos. La importancia radica por un lado, en los potenciales beneficios de la comunicación internacional, como lo son una mayor apertura al comercio, oportunidad de compartir conocimiento para mejorar los procesos productivos y acceso a distintos puntos de vista. Por otro lado, en que afecta principalmente a las poblaciones rurales, quienes al quedarse fuera de la digitalización enfrentan potenciales dificultades en términos educativos, de búsqueda de trabajo, forma de desarrollar y vender productos, entre otros.

Mientras los creadores de políticas buscan disminuir la brecha digital, distintos autores han buscado encontrar el origen de esta. Por un lado, Rao (2005) utilizando el ejemplo de India, plantea que la brecha se debe no solo a diferencias en acceso, sino que también en conocimiento y contenido. Por su parte, Dasgupta et al (2005), utilizando un rico panel de datos para distintos países, argumentan que si bien los ingresos explican parte de la brecha digital, las políticas públicas que promueven el crecimiento económico y la competencia juegan un rol importante para disminuirla. Finalmente, en el caso específico de internet, Goldfarb y Prince (2008) analizan una encuesta a cerca de 18 mil estadounidenses y muestran que la brecha en acceso a internet entre individuos de alto y bajo ingreso es significativa. Sin embargo, condicional al acceso a internet, las personas con menores ingresos tienen un mayor nivel de uso, el que a su vez atribuyen a un menor costo de oportunidad del ocio.

En cuanto al caso particular de educación, la literatura que estudia el efecto del acceso a computadores en el desempeño académico es bastante variada. Fairlie y London (2012) y Schmitt y Wadsworth (2006) encuentran efectos positivos del acceso a computadores en el hogar en los resultados educacionales, analizando la provisión aleatoria de computadores a estudiantes de escasos recursos y una encuesta de panel para los años 1991 a 2001 en Inglaterra, respectivamente. Por su parte, Attewell y Battle (1999), muestran que el efecto positivo disminuye en los grupos con menores ingresos, cuando controlan por distintos factores socio-culturales. Adicionalmente, Fuchs y Woessman (2004) muestran que si bien existe correlación positiva entre el acceso a computadores y el desempeño académico, una vez que se controla por antecedentes familiares y características de los colegios, esta se vuelve negativa para los computadores domésticos y nula para los computadores escolares.

Por otro lado, existe evidencia específica que estudia el efecto de internet en los estudiantes. Para comenzar, Faber, Sanchis-Guarner y Weinhardt (2015), hablan del *Efecto Facebook* y el *Efecto MOOC* que se refieren respectivamente al aumento en distracciones y contenido educacional que implica un mayor acceso a internet. En este marco, estudian el efecto de un aumento de la velocidad de internet en el desempeño educacional en Inglaterra, encontrando un efecto nulo. Goolsbee y Guryan (2006) también encuentran evidencia a favor de este efecto nulo, utilizando datos de un subsidio a los colegios de Estados Unidos para mejoras tecnológicas. Finalmente, González (2017) estudia el efecto de un aumento de velocidad de internet en Chile, medido por los cambios en la cantidad de antenas por comuna, encontrando también un efecto nulo para casi todos los indicadores de desempeño académico.

En síntesis, la relativamente reciente introducción de las TIC al mundo educacional ha generado distintas interrogantes, muchas de las cuales aún no han sido respondidas. Específicamente, si bien se ha estudiado el efecto de los computadores y mejoras de internet en el desempeño académico con distintas metodologías, aún no existe evidencia específica del efecto de la masificación de internet, que es uno de los principales focos de política pública a nivel mundial.

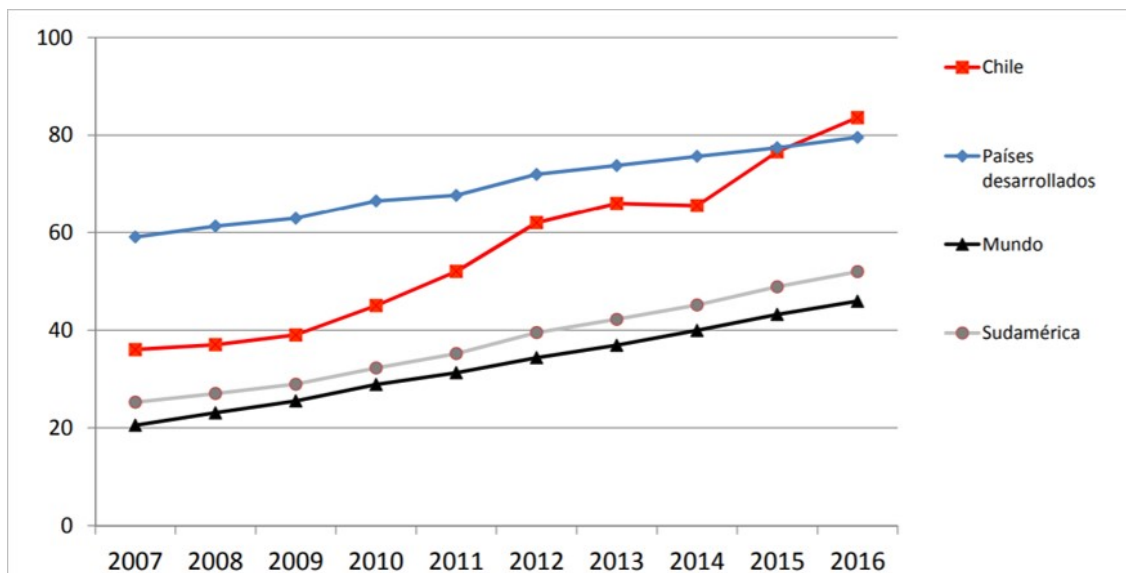
Este estudio busca ser un aporte a la literatura existente utilizando microdatos de la implementación del proyecto Todo Chile Comunicado. El programa tiene la particularidad de buscar una mayor penetración de internet, a diferencia de los programas estudiados en la literatura internacional que se enfocaron en mejoras de conectividad. Esto quiere decir que se pueden diferenciar a las personas que por primera vez tienen acceso a plataformas en

línea, independiente de la velocidad o calidad de sus conexiones. De esta forma, el aporte a la literatura existente será el de estudiar el efecto del acceso a internet en el desempeño académico, en el grupo de quienes no contaban con esta posibilidad. Al mismo tiempo, se analiza heterogeneidad en este efecto y un posible mecanismo a través del que puede o no haber operado este programa de masificación de internet.

3. Evolución del Internet en Chile

A nivel mundial, la penetración de internet ha ido en constante aumento con el pasar de los años. El porcentaje de habitantes que utiliza internet ha pasado de aproximadamente un 20% en el 2007 a más de 40% en el 2016. Tal como se muestra en la Figura 1, esta tendencia al alza se presenta tanto en países desarrollados, como en latinoamérica. Específicamente en Chile, el acceso durante este período ha aumentado desde bajo 40% hasta más de 80%.

Figura 1: Usuarios de Internet por cada 100 Habitantes



Fuente: Elaboración de Subtel con datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y encuestas anuales de accesos, usos y Usuarios de Internet en Chile (Subtel) con error muestral de 5%.

Si bien, la tendencia promedio en Chile ha sido de un alza en uso de internet, las magnitudes dependen fuertemente de distintos factores como lo son la condición de ruralidad, la composición del hogar y los ingresos de este. Para observar la diferencia entre grupos, se utilizaron los datos de acceso a internet de la encuesta CASEN desde el año 2011 al 2015².

²Las preguntas que hacen referencia al acceso a internet eran muy amplias hasta el año 2009, por lo que no son comparables. Al intentar estandarizar resultados, se observa una penetración de internet mayor a 65% para el año 2009, la que disminuye a cerca de 40% cuando se corrige el cuestionario, por lo que la base de datos parece no ser fidedigna en esta dimensión en los períodos previos.

Una de las principales características que influyen en el acceso y el consecuente uso de internet en los hogares es la ruralidad. Para estos años, los hogares de zonas urbanas tienen en promedio 29,6 puntos base más de probabilidad de tener acceso a internet que los de zonas rurales. Adicionalmente, se puede observar que esto se repite en los hogares con estudiante, quienes tienen 27,2 puntos bases más que los hogares sin estudiantes. También, se puede observar que a pesar de que todos los deciles de ingreso han experimentado un alza en la penetración de internet, todavía existe un mayor alcance en los grupos de mayor nivel de ingresos (Ver Figura 2).

3.1. Uso de Internet

Para analizar los distintos usos de internet, se utiliza el estudio de la quinta encuesta sobre acceso, usos, usuarios y disposición de pago por internet en zonas urbanas y rurales de Chile, realizado el 2014 por el Centro de Análisis Intelis en conjunto con la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad de Chile.

Los resultados de la encuesta muestran los tipos de uso más comunes entre los chilenos que usan internet, en los 12 meses previos a esta. La actividad más común fue utilizar redes sociales, con un 81 %, seguido de enviar o recibir mails (80 %) y escuchar música o ver películas (50 %). Por otro lado, los usuarios que declaran haber utilizado internet para adquirir información para trabajos o informes son cerca del 36 %, similar a quienes lo utilizaron para tareas.

3.2. Plan Todo Chile Comunicado

El proyecto Todo Chile Comunicado nace en este contexto de revolución digital, con el objetivo de mejorar el alcance del internet en las localidades rurales. Las presentaciones del proyecto indicaban que este conectaría a millones de chilenos, mejorando la calidad de vida a través de mayores oportunidades de desarrollo, educación, productividad y empleo.

El programa se llevó a cabo entre los años 2010 y 2013 mediante la instalación de más de 40 km de torres de banda ancha, llegando a 1.474 localidades en 289 comunas. Estas localidades eran en su mayoría rurales y el 68 % de estas contaba con menos de 1.000 habitantes. El plan contempló tarifas reguladas menores al precio de mercado por los primeros 10 años y de esta forma esperaban beneficiar a más de 3 millones de personas a lo largo del país³.

La infraestructura necesaria para el desarrollo del plan fue construida por la empresa de telecomunicaciones Entel Chile, en el marco del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones (FDT) en el año del Bicentenario.

³Como referencia, la población aproximada de Chile en el año 2010 era de 17 millones de personas.

4. Marco Conceptual

En esta sección se presenta un modelo simple que busca explicar la forma en la que razonan los individuos ante la posibilidad de conectarse a internet.

En primer lugar, por simplicidad se supone que los estudiantes toman decisiones en base a sus preferencias por dos bienes: aprendizaje y entretenimiento. Por un lado, el nivel de aprendizaje dependerá de factores como las capacidades propias, calidad de sus profesores, horas dedicadas al estudio y acceso a distintas fuentes de conocimiento. Por el otro lado, la entretenimiento del estudiante podría depender de factores como el ambiente que lo rodea, las actividades que realizan sus amistades, las horas dedicadas al ocio y el acceso a herramientas como pueden ser juguetes, artículos deportivos, redes sociales u otras. De esta forma, el acceso a internet actúa en la restricción de posibilidades del estudiante a través de ambos bienes, mejorando en primer lugar el acceso a las fuentes de conocimiento, y en segundo lugar dando acceso a redes sociales u otras herramientas de entretenimiento encontradas en internet.

A partir de lo anterior, un individuo que enfrente una mejora en la conectividad a internet se verá expuesto a un cambio en su restricción de posibilidades entre aprendizaje y entretenimiento. El resultado final dependerá tanto de las capacidades y características del estudiante que definen la nueva frontera de posibilidades, como de las preferencias y consecuente forma de la función de utilidad.

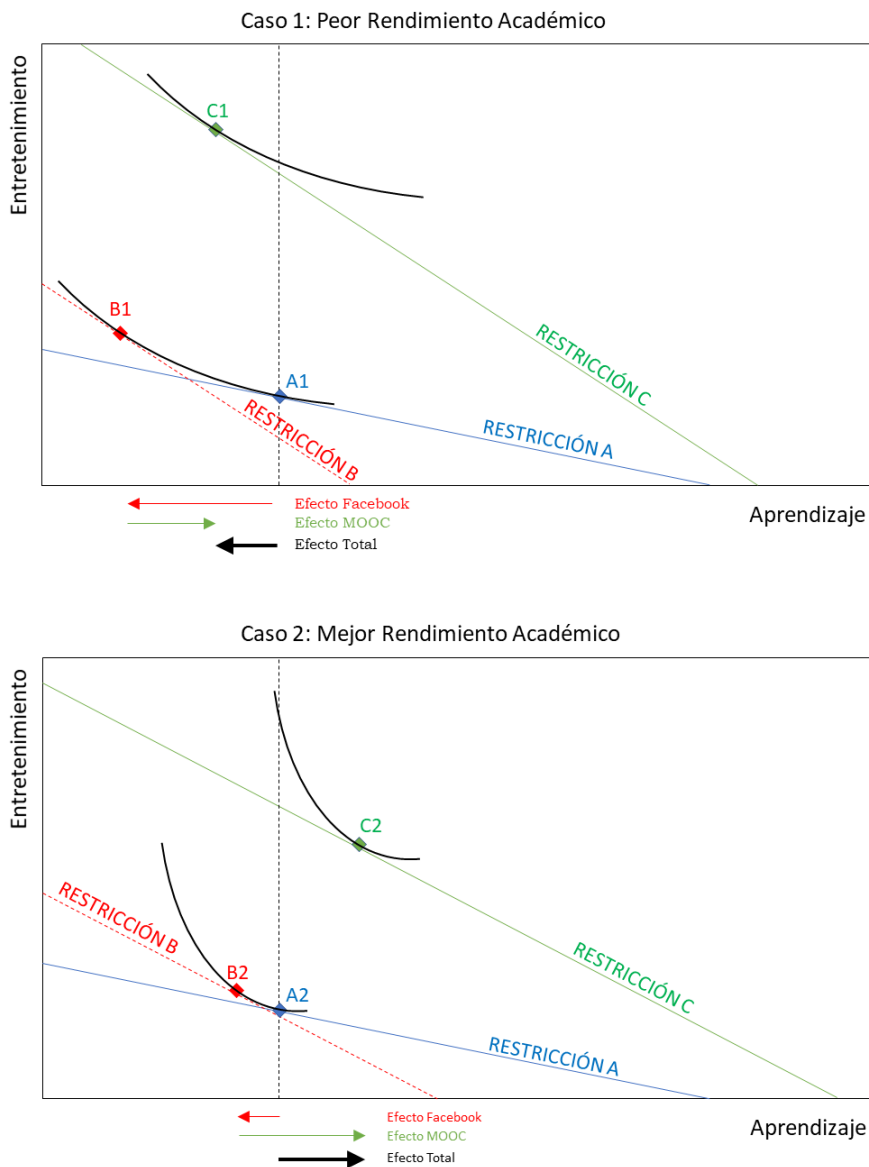
Para ilustrar lo anterior, se comenzará de la base planteada por Faber, Sanchis-Guarner y Weinhardt (2015) que, tal como se mencionó anteriormente, hablan de dos efectos que se contraponen. Se expondrá un modelo distinto al planteado por los autores, aplicándolo a este estudio en particular.

El *Efecto Facebook* se refiere al aumento de distracciones que trae consigo la mejora de internet y que por lo tanto provoca que el alumno destine una menor parte de su tiempo a estudiar. Por otro lado, el *Efecto MOOC* describe la mayor productividad del estudio, gracias a las nuevas fuentes de conocimiento que trae consigo el internet⁴.

A continuación, la Figura 3 representa los efectos descritos en dos, de los muchos, casos posibles:

⁴El *Efecto Facebook* recibe su nombre por la red social Facebook, mientras que el *Efecto MOOC* hace referencia a los cursos abiertos en línea, por sus siglas en inglés (Masive Online Open Courses).

Figura 3: Efectos Facebook y MOOC



Los casos mostrados representan a dos individuos distintos. El primer individuo tiene relativamente más preferencia por el entretenimiento, lo que se refleja en curvas de indiferencia con menor pendiente. En contraste, el segundo valora más relativamente el aprendizaje, con lo que presenta curvas de indiferencia con mayor pendiente.

Para ambos, una mejora tecnológica amplía la frontera de posibilidades de aprendizaje y entretenimiento, al mismo tiempo que cambia la pendiente de esta, pasando de la frontera A (azul) a la C (verde). Naturalmente, este cambio será distinto para cada individuo, ya que depende de las capacidades de cada uno. Por simplicidad, para ilustrar se supondrá

que el acceso a internet aumenta relativamente más las posibilidades de entretención que de aprendizaje, aunque en distintas medidas para cada individuo.

Esta expansión de la frontera de posibilidades trae consigo un cambio en el nivel óptimo de aprendizaje y entretención para cada individuo. Este cambio se puede separar en dos efectos:

El primer efecto se da por el cambio relativo en el costo de aprender respecto a entretenerse. En estos ejemplos, entretenerse se hace más barato en términos relativos, por lo que existe sustitución desde el aprendizaje hacia la entretención, manteniendo la utilidad constante. Este efecto representa el llamado *Efecto Facebook* y se observa al pasar del punto A1 a B1 en el primer caso y de A2 a B2 en el segundo. Como se puede ver, el *Efecto Facebook* es mayor en el primer caso, cuando las preferencias se inclinan relativamente más por el entretenimiento que por el aprendizaje y por ende la curva de indiferencia tiene menor pendiente.

El segundo efecto se da por la mayor productividad tanto de las horas utilizadas en aprender como en entretención, gracias a la conectividad a internet. Este efecto aumenta la frontera de posibilidades, lo que genera un mayor nivel de ambos bienes. El mayor nivel de aprendizaje es el que da nombre al *Efecto MOOC* y que se ve representado en el paso de B1 a C1 y B2 a C2 en el primer y segundo caso respectivamente. Se puede observar que en el segundo caso el *Efecto MOOC* es mayor que en el primero. Esto se debe a que hay una mayor preferencia por el aprendizaje en términos relativos, y por ende se saca más provecho de la mayor productividad del estudio.

En síntesis, el Caso 1 ilustra un ejemplo en donde el *Efecto MOOC* predomina al *Efecto Facebook*, generando en el alumno un aumento en el aprendizaje. En contraste, el Caso 2 muestra como el *Efecto MOOC* es superado por el *Efecto Facebook*, con lo que el estudiante termina con un menor nivel de aprendizaje que antes de la llegada de internet.

En términos generales, se puede observar que las magnitudes de los distintos efectos pueden variar de acuerdo a los individuos, siendo los dos casos ilustrados solo algunas de las múltiples posibilidades. Sin pérdida de generalidad, mientras el mayor acceso a internet provoque en los estudiantes un aumento de tiempo utilizado en las redes sociales y disminución en el tiempo de estudio, estos efectos seguirán los sentidos descritos anteriormente. De esta forma, el efecto final en el desarrollo académico de los alumnos dependerá de las magnitudes de dichos efectos.

A continuación se presenta un modelo simple compatible con los dos casos descritos, y con distintas combinaciones de capacidades y preferencias que pueden tener las personas:

Se considera un estudiante i tiene una función de utilidad (U_i) que depende positivamente de su nivel de aprendizaje (A_i) y de su entretención (E_i). De esta forma se define:

$$U_i = f(A_i, E_i)$$

Además, se considera que tanto el aprendizaje como la entretención tienen un efecto marginal decreciente en la utilidad del individuo. Es decir, a medida que aumenta el nivel de aprendizaje, este se va haciendo menos atractivo en relación a la entretención y viceversa. Dicho de otra forma, esto implica que:

$$\frac{\partial U_i}{\partial A_i} > 0, \frac{\partial^2 U_i}{\partial A_i^2} < 0, \frac{\partial U_i}{\partial E_i} > 0 \text{ y } \frac{\partial^2 U_i}{\partial E_i^2} < 0.$$

Por otro lado, sabemos que el aprendizaje del estudiante depende de las horas utilizadas en estudio tradicional (T_i) y de las horas de estudio utilizadas en internet (I_i), como lo son los cursos en línea, enciclopedias web, etc. Las horas dedicadas a internet cuentan con un multiplicador $\alpha_i = 1$ que indica la calidad de la conexión a internet. De esta forma, un estudiante sin conexión a internet tendrá un indicador $\alpha_i = 0$, y sus horas dedicadas al estudio en línea tendrían rendimiento nulo⁵.

De esta forma, se define el nivel de aprendizaje como:

$$A_i = g_1(T_i, \alpha_i * I_i)$$

Además, se asume que una hora más de estudio, sea esta dedicada al estudio tradicional o en línea, siempre se traducirá en un mayor aprendizaje, con lo que:

$$\frac{\partial A_i}{\partial T_i} > 0 \text{ y } \frac{\partial A_i}{\partial (\alpha_i * I_i)} > 0$$

Paralelamente, la utilidad asociada a la entretención depende de las horas dedicadas a actividades no relacionadas con internet (O_i) y a las que sí lo utilizan (D_i) afectadas por la conexión a internet (α_i). Dentro de esta última categoría estarían las redes sociales y juegos en línea. La calidad de la entretención queda definida como:

$$E_i = g_2(O_i, \alpha_i * D_i)$$

Al igual que en el aprendizaje, se supone que ambos tipos de actividades tienen rendimiento marginal positivo en la entretención, esto se traduce en:

$$\frac{\partial E_i}{\partial O_i} > 0 \text{ y } \frac{\partial E_i}{\partial (\alpha_i * D_i)} > 0$$

Por otro lado, cabe destacar que cada una de estas cuatro actividades conlleva un gasto en tiempo, por lo que el estudiante se encuentra enfrentado al siguiente problema de maximización:

$$\begin{aligned} & \max_{T_i, I_i, O_i, D_i} U_i(A_i(T_i, \alpha_i * I_i); E_i(O_i, \alpha_i * D_i)) \\ & \text{s.a. } T_i + I_i + O_i + D_i \leq T \end{aligned}$$

donde T corresponde a las horas disponibles para el alumno.

Resolviendo las condiciones de primer orden para el caso en que las variables de estudio tradicional y estudio en línea son positivas, se encuentra que:

⁵Obviamente, para un estudiante con $\alpha_i = 0$ el óptimo será no estudiar en línea ($I_i = 0$).

$$\frac{\partial A_i}{\partial T_i} = \frac{\partial A_i}{\partial(\alpha_i * I_i)} * \alpha_i$$

Lo anterior significa que, en presencia de acceso a internet, dedicar más tiempo a cualquier tipo de estudio debiese traer el mismo cambio en el resultado académico.

Paralelamente, en el lado de la entretención, se encuentra que cuando ambos tipos de actividades están presentes:

$$\frac{\partial E_i}{\partial O_i} = \frac{\partial E_i}{\partial(\alpha_i * D_i)} * \alpha_i$$

Al igual que en el estudio, un aumento marginal en el tiempo dedicado a cualquier actividad de entretención, debiese tener el mismo efecto en la calidad de esta.

Finalmente, interactuando las variables de aprendizaje y entretención se llega a:

$$\frac{\partial U_i}{\partial A_i} \frac{\partial A_i}{\partial T_i} = \frac{\partial U_i}{\partial A_i} \frac{\partial A_i}{\partial(\alpha_i * I_i)} * \alpha_i = \frac{\partial U_i}{\partial E_i} \frac{\partial E_i}{\partial O_i} = \frac{\partial U_i}{\partial E_i} \frac{\partial E_i}{\partial D_i} * \alpha_i$$

Se puede observar que una mejora en la conexión a internet, que se traduce en un aumento de α_i , tendrá un positivo en la utilidad del individuo. Sin embargo, la mejora puede tener un efecto nulo o ambiguo en el nivel de aprendizaje del alumno, que dependerá de la magnitud de los efectos contrapuestos. Para mostrar esto, se presenta un ejemplo en el Anexo 1.

5. Datos

En primer lugar, se utilizan datos de las 1474 localidades beneficiadas, provistos por la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL). Se cuenta con los polígonos georeferenciados de cada una de las zonas del programa, junto con la respectiva fecha de instalación, etapa del programa en que se implementó y comuna a la que pertenece.

Adicionalmente, se utilizan distintos tipos de datos de los establecimientos educacionales del país, provistos por el Ministerio de Educación de Chile, principalmente a través de la Agencia de Calidad de la Educación.

Se utilizan los datos de la prueba SIMCE (Sistema de Medición de la Calidad de la Educación), que de acuerdo a la Agencia de Calidad de la Educación, es una evaluación de aprendizaje que aborda el logro de los contenidos y habilidades del currículo vigente en diferentes asignaturas y áreas de aprendizaje, y que se aplica a todos los estudiantes del país que cursan los niveles evaluados. Integra además los Cuestionarios de Calidad y Contexto, respondidos por estudiantes, docentes, padres y apoderados, que recogen información del entorno escolar y familiar de los estudiantes con el objeto de contextualizar los resultados obtenidos por estos en las diferentes pruebas. Específicamente, este estudio utiliza las pruebas de lenguaje y matemática para el período 2007-2016, en 4to y 8vo básico. Con el objetivo de

facilitar la interpretación de resultados, se utilizan los puntajes SIMCE estandarizados en la muestra utilizada.

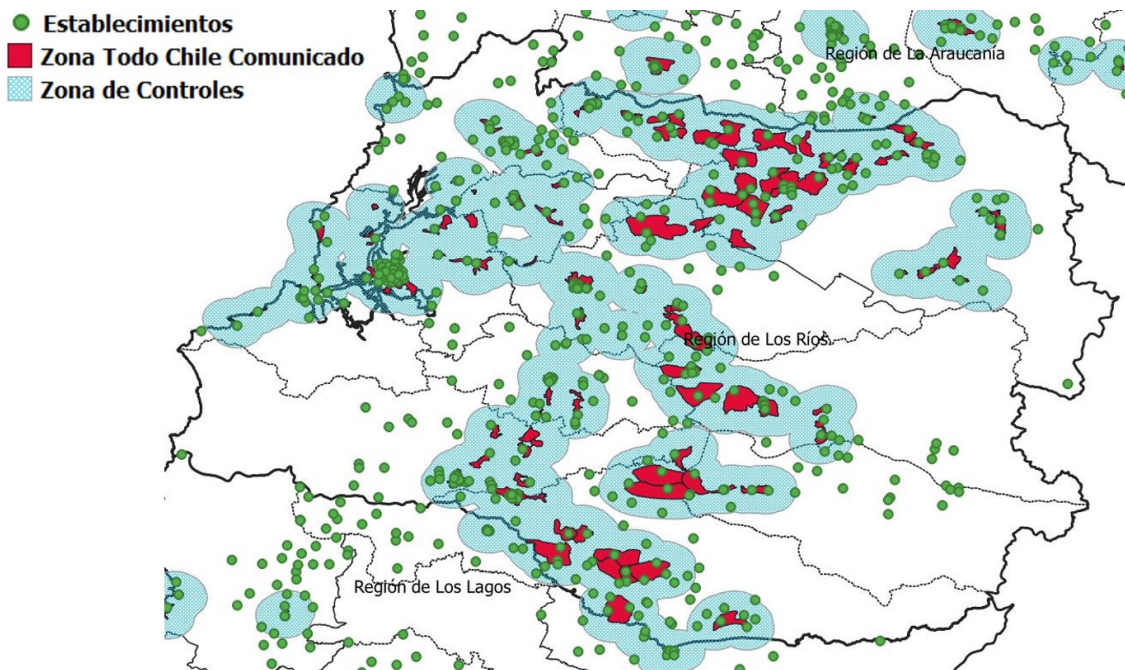
Para las ubicaciones georeferenciadas de los establecimientos se utiliza el Directorio de Establecimientos, que incluye alrededor de 16 mil establecimientos. Esta base de datos incluye un código único por establecimiento que no cambia en el tiempo junto con la latitud y longitud de cada uno. También se obtiene el número de alumnos matriculados en cada curso para los distintos años.

5.1. Tratados y Controles

El directorio de establecimientos de todo Chile del año 2016 cuenta con 16.024 establecimientos educacionales. Sin embargo, al considerar los establecimientos con datos georeferenciados el número se reduce a 12.536.

En cuanto al SIMCE, 8.692 establecimientos cuentan con datos para al menos una prueba en un año del período. Dentro de la muestra, se puede observar que el 23 % se encuentra dentro de las zonas beneficiadas, obteniendo 2.042 establecimientos tratados. Adicionalmente, para establecer el grupo de controles, se busca identificar aquellos establecimientos que están fuera de las zonas, pero a una distancia pequeña. Considerando que el diámetro promedio de una localidad es de 2,32 km, se crean buffers de 3km, 5km y 7km. En una primera instancia, se utiliza el buffer de 5km con el objetivo de que el grupo de control tenga tamaño similar al grupo de tratamiento y así obtener estimadores más precisos. Luego, se chequea que los resultados sean robustos a los distintos tamaños. De esta forma, se obtienen 2.329 establecimientos en el grupo de control. A continuación, la Figura 4 muestra un ejemplo del mecanismo utilizado para escoger los grupos de tratados y controles, en una de las regiones de Chile.

Figura 4: Ejemplo del mecanismo utilizado para definir tratados y controles.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Agencia de Calidad de la Educación y Subtel.

En cuanto a la cantidad de alumnos dentro de cada grupo, se observa que va variando a lo largo de los años. Aproximadamente, hay 49 mil alumnos por año en el grupo de tratados y 58 mil en el de controles. El detalle se muestra a continuación:

Tabla 1: Muestra de Alumnos en Tratados y Controles

Año	N Tratados	N Controles
2007	52,914	62,018
2008	52,308	61,040
2009	48,525	57,739
2010	51,051	60,554
2011	47,348	57,389
2012	48,944	57,707
2013	48,156	56,925
2014	47,799	56,903
2015	47,389	56,352
2016	48,194	56,741
PROMEDIO	49,263	58,337

Fuente: Número de alumnos que rinden la prueba SIMCE cada año. Agencia de Calidad de la Educación.

Una vez establecido el grupo de tratamiento y el de control, se realiza una estrategia de *matching en propensity score* para precisar de mejor forma el contrafactual, este procedimiento se explicará con mayor detalle en la sección de la estrategia empírica.

5.2. Estadística Descriptiva y Balance Pre-Tratamiento

En esta sección se presenta una breve descripción de los principales datos utilizados en el análisis empírico. El Anexo 2 presenta estadísticas descriptivas de los puntajes de SIMCE de 4to y 8vo básico y el acceso a internet doméstico en 4to básico para las muestras utilizadas, según los cuestionarios anexos a las pruebas.

Con estos datos, se estandarizan los puntajes de SIMCE de la muestra, con el objetivo de facilitar la interpretación de resultados.

Por otro lado, se debe tomar en cuenta que para poder realizar una comparación más precisa entre el grupo de tratados y el de control, es necesario identificar si existe algún tipo de sesgo de selección. El objetivo de esto es observar si existe alguna variable de los establecimientos que afecta la probabilidad de ser tratado, al mismo tiempo que puede afectar los resultados académicos. Para esto, en la Tabla 3 se comparan diferentes características en el año 2009, a través de un test de diferencia en medias. En este se comparan observables de los establecimientos, ponderando por el número de alumnos de cada uno de ellos.

Tabla 3: Balance de Observables (Año 2009)

	Loc. no Beneficiada (Programa=0)		Loc. Beneficiada (Programa=1)		Diferencia
	N Estab.	Promedio	N Estab.	Promedio	
Ruralidad	1.917	0,13 (0,34)	1.831	0,24 (0,43)	0,11***
Municipal	1.917	0,43 (0,5)	1.831	0,63 (0,48)	0,2***
Particular Subvencionado	1.917	0,52 (0,5)	1.831	0,36 (0,48)	-0,16***
Particular Pagado	1.917	0,05 (0,23)	1.831	0,01 (0,12)	-0,04***
G. Socioeconómico Bajo	1.917	0,11 (0,31)	1.831	0,19 (0,39)	0,09***
G. Socioeconómico Medio-Bajo	1.917	0,29 (0,45)	1.831	0,46 (0,5)	0,18***
G. Socioeconómico Medio	1.917	0,38 (0,48)	1.831	0,28 (0,45)	-0,1***
G. Socioeconómico Medio-Alto	1.917	0,18 (0,38)	1.831	0,05 (0,22)	-0,12***
G. Socioeconómico Alto	1.917	0,06 (0,23)	1.831	0,01 (0,12)	-0,04***
Internet Doméstico	1.859	0,37 (0,27)	1.773	0,21 (0,19)	-0,17***
SIMCE Lectura 4B	1.916	-0,03 (0,5)	1.829	-0,13 (0,43)	-0,1***
SIMCE Matemática 4B	1.909	-0,05 (0,59)	1.826	-0,17 (0,5)	-0,12***

Errores estándar robustos. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

El primer parámetro de interés es la condición de ruralidad de los establecimientos, manifestada en los datos del SIMCE. Se puede observar que las zonas beneficiadas tienen una mayor proporción de ruralidad en comparación con las no beneficiadas. En segundo lugar, se compara la dependencia de los establecimientos, la que puede ser dependencia municipal, particular subvencionado o particular pagado. Se observa que en general las zonas tratadas tienen una mayor proporción de establecimientos municipales, el que se ve compensado con una menor proporción de particulares subvencionados y pagados. Adicionalmente, se compara el grupo socio-económico en que se clasifica cada establecimiento. A partir de esto, se concluye que en general los establecimientos tratados tienen una mayor proporción en los segmentos bajos, el que se compensa con una menor proporción en los segmentos más altos.

En cuanto al desempeño en el SIMCE, se observa que en general las localidades tratadas tenían un puntaje entre 0,1 y 0,12 desviaciones estándar peor que las localidades que quedaron

fuera del programa (entre 5 y 7 puntos SIMCE)⁶.

El análisis anterior presenta un importante desafío metodológico, en cuanto evidencia un aparente sesgo de selección. Es por esto que se incluyen estas diferencias en estrategia empírica a través de un modelo de *matching en propensity score*, donde se estima la probabilidad de ser tratado de cada establecimiento y luego se compara entre establecimientos dentro y fuera de las zonas tratadas, pero con la misma probabilidad estimada. Este procedimiento se explica con mayor detalle en la siguiente sección.

En cuanto a las tendencias seguidas por los puntajes SIMCE, la Figura 5 muestra gráficamente la evolución de los promedios de cada materia, diferenciando entre tratados y controles. Se puede observar que si bien los establecimientos del grupo de control tienen mejores puntajes que los del grupo de tratamiento, estos muestran tener cambios bastante parecidos antes del 2010⁷. En esta misma figura se puede observar que no hay un impacto claro del proyecto en el puntaje de SIMCE de ninguna de las materias. Sin embargo, en las siguientes secciones se realizará este análisis de forma más profunda.

Finalmente, la Figura 6 muestra gráficamente la evolución del porcentaje de alumnos que cuentan con señal de internet en el hogar, de acuerdo al cuestionario de padres o estudiantes complementario al SIMCE. Estos datos tienen la desventaja de ser autorreportados y de que el 2014 se trasladó la pregunta desde el cuestionario de padres al cuestionario de alumnos. Esto podría estar contaminando los datos y explicar el cambio de tendencia que se observa el 2014.

A pesar de lo anterior, se puede observar que a grandes rasgos, los estudiantes de los establecimientos beneficiados tienen un menor nivel de internet doméstico. Además, se muestra que tanto tratados como controles han seguido una tendencia hacia mayor acceso a internet durante los últimos años.

6. Estrategia Empírica

El objetivo de este estudio es cuantificar el efecto del plan Todo Chile Comunicado en el desempeño académico de los alumnos cuyos establecimientos estén en las zonas beneficiadas, distinguiendo en efectos de corto y mediano plazo.

Para medir el desempeño académico, se utilizan los resultados de la prueba SIMCE. Si bien, esta prueba es frecuentemente utilizada en el ámbito de la educación de Chile, se entiende que la educación es un concepto más amplio que dichos resultados y por lo tanto las estimaciones reflejarán el efecto en solamente una dimensión de aprendizaje de los estudiantes. A pesar de sus falencias, ha mostrado ser la mejor aproximación de desempeño académico para la que existen datos, al ser estandarizada y realizada periódicamente a nivel nacional.

⁶Para los datos de SIMCE se utiliza la prueba realizada a cuartos básicos junto con sus respectivos cuestionarios, ya que tiene la ventaja de que es realizada todos los años para el caso de lectura y matemática.

⁷Cabe destacar que a pesar de que el comportamiento pre-tratamiento nunca es garantía de lo que hubiese pasado en los años siguientes en ausencia de tratamiento, es la mejor alternativa posible para sustentar el supuesto de tendencias paralelas.

La estrategia empírica consiste en dos etapas. En la estimación principal, se busca estimar el efecto del plan en el desempeño académico de los estudiantes. Específicamente, se estima cómo afectó, en promedio, el asistir a un establecimiento ubicado en las zonas de tratamiento en el puntaje de la prueba SIMCE de los alumnos.

De forma complementaria, para estudiar un posible mecanismo que puede o no haber estado operando, se estima cómo afectó la inauguración del plan en el acceso a internet doméstico de los estudiantes. En detalle, se estima cómo el asistir a un establecimiento tratado afecta la probabilidad de tener acceso a internet en el hogar.

Para ambas estimaciones se utiliza una metodología de estudio de eventos⁸. En la estimación principal, se especifica un modelo estadístico que representa el desempeño histórico en los colegios, identificando el efecto del tratamiento en los distintos momentos del tiempo. De esta forma, se compara la tendencia seguida por individuos tratados y controles, cuya diferencia se puede atribuir a una consecuencia del tratamiento, bajo ciertos supuestos.

Sin embargo, se debe tener en consideración que, tal como lo muestra la Tabla 4, el tratamiento no es completamente aleatorio, sino que existen distintas variables que pueden afectar simultáneamente el desempeño académico y la probabilidad de ser tratado. Debido a esto, se estima el modelo controlando por la probabilidad ex-ante de ser tratado y así aislar el efecto del tratamiento⁹. En otras palabras, la estrategia permite comparar a individuos tratados y controles, pero que ex-ante tenían idéntica probabilidad de ser tratados. De esta forma, la regresión a estimar será:

$$Y_{ijt} = \alpha_j + \gamma_t + \phi(P_j * T_t) + \sum_{k=\underline{c}}^{\bar{c}} \beta_k D_{jt}^k + u_{ijt} \quad (1)$$

donde Y_{ijt} corresponde a la variable dependiente, que será el resultado académico del alumno i del establecimiento j en el período t . Para los efectos fijos, α_j es el efecto del establecimiento j , que incluye las características propias de cada establecimiento que no cambian en el tiempo, y γ_t corresponde al efecto fijo del período t , que abarca las variables que cambian a través del tiempo, pero que afectan a todos los individuos de la muestra por igual. La variable P_j indica la probabilidad del establecimiento j de ser tratado, la que se interactúa con variables binarias T_t que toman el valor de 1 para el año t y 0 para el resto de los años. Finalmente, para la variable de tratamiento se crea la dummy D_{jt}^k que tomará el valor de 1 si el establecimiento j , en el período t , lleva exactamente k períodos desde que fue beneficiado con el programa, donde k también toma valores negativos. Los parámetros \underline{c} y \bar{c} muestran cuántos períodos antes y después del período se incluirán en el estudio. De

⁸Esta metodología se puede interpretar como una generalización del método diferencia-en-diferencia, en donde distintas unidades son tratadas en distintos momentos del tiempo. Es frecuentemente utilizada en el área de finanzas, y se ha expandido a distintas áreas de estudio. Un ejemplo es el de Jacobson, Lalonde y Sullivan (1993) que estiman los efectos de la pérdida de empleo en los ingresos del individuo.

⁹Rosenbaum y Rubin (1983) y Dehejia y Wahba (2002) muestran las ventajas de utilizar el método de *matching en propensity score* ante diferencias entre el grupo de tratamiento y control. El método permite lidiar con el sesgo de selección, en cuánto compara individuos que tenían condiciones similares en el período pre-tratamiento y por lo tanto la evidencia dice que no debiesen haber seguido tendencias distintas en ausencia de este.

esta forma, los parámetros de interés β_k indican el efecto en la variable dependiente luego de k períodos de tratamiento. El objetivo de incluir más de una dummy es observar si el efecto del tratamiento va cambiando a medida que pasa el tiempo.

Cabe destacar que, dado que el tratamiento se dio a nivel de establecimiento, es fundamental estimar las especificaciones con errores agrupados (clusters) a nivel de establecimiento. Esto permite abordar posibles problemas de heterocedasticidad y autocorrelación en el término de error. De esta manera, se permite que el error esté correlacionado entre los puntajes de un mismo establecimiento a través del tiempo¹⁰.

6.1. Controlando por la Probabilidad de ser Tratado

Con el objetivo de aislar el efecto del tratamiento, se estima la probabilidad ex-ante de cada establecimiento de ser tratado. De esta forma, se logra que la ecuación (1) compare establecimientos tratados con no tratados, pero para una misma probabilidad a priori de ser beneficiario. Para esto, se realiza un procedimiento de dos etapas.

En la primera etapa, se estima la siguiente regresión en el año base (2009), utilizando un modelo de probabilidad lineal:

$$D_j = X_j' \delta + \epsilon_j \quad (2)$$

donde D_j es una variable binaria que toma el valor de 1 si el establecimiento j va a ser tratado y 0 sino. X_j' corresponde a distintos observables. Dentro de los datos disponibles, se utilizan como variables explicativas el grupo socio-económico, la existencia de internet en el hogar, los puntajes estandarizados de la prueba SIMCE y la evolución de estos desde el año anterior¹¹. El Anexo 3 muestra los resultados de esta estimación.

Se puede observar que la probabilidad de ser tratado se explica principalmente por el acceso a internet doméstico en el año 2009, y que también se observan efectos significativos de los puntajes SIMCE y sus tendencias. Además, cuando se realiza un Test Fisher para el conjunto de datos de grupo socioeconómico, se obtiene que estos son conjuntamente significativos.

A partir de la estimación anterior, se procede a una segunda etapa en donde se estima la probabilidad de ser tratado de cada establecimiento:

$$\hat{P}_j = X_j' \hat{\delta} \quad (3)$$

De esta forma, el supuesto de identificación es que, luego de controlar por la probabilidad de ser tratado, los establecimientos se hubieran comportado de forma similar en el período 2010-2016. A continuación se presenta evidencia que sugiere que el supuesto de identificación se cumple, validando la estrategia empírica.

¹⁰La presencia de heterocedasticidad y autocorrelación en el término de error no afecta la consistencia de los estimadores, pero sí su varianza.

¹¹En la segunda columna de la Tabla 4 (del Anexo 3), se estimó también la regresión utilizando la ruralidad y el tipo de colegio. Sin embargo, las variables adicionales mostraron ser conjuntamente no significativas de acuerdo al Test de Fisher.

6.2. Validez de la Estrategia Empírica

Para testear la validez del supuesto de identificación, se comparan promedios de las principales características entre tratados y controles en el año 2009. Adicionalmente, se comparan las tendencias del último año en los puntajes SIMCE entre tratados y controles para el período anterior al programa. Para esto se utiliza la siguiente regresión:

$$X_j = \alpha + \beta D_j + \zeta P_j + \mu_j \quad (4)$$

donde β mide diferencias en los observables entre tratados y controles. Si $\hat{\beta}$ no es significativamente distinto de 0, se genera evidencia a favor del supuesto de identificación.

En la Tabla 5, se puede observar que las diferencias observadas en la Tabla 3 desaparecen una vez que se controla por la probabilidad estimada de recibir el tratamiento. El Panel A de esta tabla muestra que dos individuos con la misma probabilidad estimada de ser tratados tienen características similares en los observables, independiente de si pertenecieron o no al grupo de tratamiento. Adicionalmente, el Panel B muestra que las tendencias seguidas por los puntajes de SIMCE entre el año 2007 y el 2009 tampoco tienen diferencias significativas entre tratados y controles, una vez que se ajusta por la probabilidad de ser tratado.

Tabla 5: Diferencias en Observables ajustando por la Probabilidad de ser Tratado (Año 2009)

	(1)	(2)
	Tratados - Controles	Tratados - Controles
<u>Panel A: Observables en el Año Base</u>		
Ruralidad	0 (0, 01)	0 (0, 01)
Municipal	0, 02 (0, 02)	0 (0, 02)
Particular Subvencionado	-0, 02 (0, 02)	0 (0, 02)
Particular Pagado	0 (0, 01)	0 (0, 01)
G. Socioeconómico Bajo	0 (0, 01)	0 (0, 01)
G. Socioeconómico Medio-Bajo	0 (0, 02)	0 (0, 02)
G. Socioeconómico Medio	0 (0, 02)	0 (0, 02)
G. Socioeconómico Medio-Alto	0 (0, 01)	0 (0, 01)
G. Socioeconómico Alto	0 (0, 01)	0 (0, 01)
Internet Doméstico	0 (0)	0 (0)
SIMCE Lectura 4B	0 (0, 02)	0 (0, 02)
SIMCE Matemática 4B	0 (0, 02)	0 (0, 02)
<u>Panel B: Tendencias hasta el Año Base</u>		
Δ SIMCE Lectura (08-09)	0 (0, 01)	0 (0, 01)
Δ SIMCE Matemática (08-09)	0 (0, 01)	0 (0, 01)
Δ SIMCE Lectura (07-09)	-0, 02 (0, 01)	-0, 02 (0, 01)
Δ SIMCE Matemática (07-09)	-0, 01 (0, 02)	-0, 01 (0, 02)
<u>Probabilidad de Tratamiento</u>		
- Grupo Socioeconómico	sí	sí
- Internet Doméstico	sí	sí
- Puntajes SIMCE	sí	sí
- Δ SIMCE (08-09)	sí	sí
- Tipo de Establecimiento	21 no	sí
- Ruralidad	no	sí

Errores estándar robustos. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

Finalmente, el Anexo 4, correspondiente a la sección de resultados, muestra que no existe un efecto significativo del programa en los establecimientos que serán tratados en el futuro. Esto otorga evidencia adicional a la validez del supuesto de identificación.

7. Resultados

En esta sección se estimó el efecto del plan Todo Chile Comunicado en el desempeño académico de los estudiantes. Se utilizaron datos para los alumnos que rindieron el SIMCE entre los años 2007 y 2016, que corresponde a diez generaciones para cuarto básico y seis para octavo básico.

En primer lugar, se analizó el resultado obtenido en toda la muestra de cuartos básicos. A continuación, se realiza de forma separada la estimación principal para los alumnos de octavo básico, con el objetivo de distinguir si el efecto es distinto para este curso.

Finalmente, tomando en cuenta la limitación de los datos, se analiza si el plan implicó un mayor acceso a internet en los hogares de los alumnos, para explicar un posible mecanismo a través del que puede o no haber afectado el plan.

Tal como fue explicado en la sección anterior, todos los resultados se estimaron utilizando agrupaciones (clusters) a nivel de establecimiento y efectos fijos de año y establecimiento.

7.1. Estimación para Cuartos Básicos

En esta subsección se estudia el efecto del plan Todo Chile Comunicado en el puntaje SIMCE de las pruebas de lectura y matemática, para los alumnos de cuarto básico.

Tal como se observa en la Tabla 6.i., el tratamiento tiene un efecto de entre 0,03 y 0,04 desviaciones estándar en la prueba de lectura, significativo al 1 %.

En las columnas 1 y 2 se puede observar que el efecto del mayor acceso a internet en el puntaje SIMCE es positivo y de 0,03 desviaciones estándar si se incluye la probabilidad de ser tratado a priori, con sus distintas especificaciones.

Además, al no considerar la probabilidad de ser tratado y únicamente incluir efectos fijos, esta estimación sube a 0,04 desviaciones estándar, como se observa en las columnas 3 y 4. Sin embargo, el relativamente mayor resultado puede deberse a un problema de especificación, donde existen variables que afectan al mismo tiempo el desempeño académico y la probabilidad de ser tratado.

Para todas las especificaciones, se puede concluir que si bien el efecto encontrado es significativo al 1 %, el efecto encontrado de entre 0,03 y 0,04 desviaciones estándar, equivalente a entre 1 y 2 puntos SIMCE, es relativamente pequeño.

Tabla 6.i.: Efecto del Proyecto en SIMCE Lectura 4to Básico

	(1)	(2)	(3)	(4)
	SIMCE	SIMCE	SIMCE	SIMCE
Establecimiento Tratado	0,03*** (0,01)	0,03*** (0,01)	0,04*** (0,01)	0,04*** (0,01)
R ²	0,15	0,15	0,15	0,15
N	925.961	925.961	982.928	983.158
Establecimientos	3.379	3.379	4.334	4.338
<u>Efectos Fijos</u>				
- Año	sí	sí	sí	sí
- Establecimiento	sí	sí	sí	sí
- G. Socioeconómico	no	no	sí	no
<u>Probabilidad de Tratamiento</u>				
- Grupos Socioeconómico	sí	sí	—	—
- Internet Doméstico	sí	sí	—	—
- Puntajes SIMCE	sí	sí	—	—
- Δ SIMCE (08-09)	sí	sí	—	—
- Tipo de Establecimiento	no	sí	—	—
- Ruralidad	no	sí	—	—

Errores estándar robustos. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

En el caso de la prueba de matemática, los resultados van entre 0,02 y 0,06 desviaciones estándar, como lo muestra la Tabla 6.ii.

Las primeras dos columnas muestran que al controlar por la probabilidad de ser tratado el efecto es de 0,02 desviaciones estándar, significativo al 10%. Al no controlar por esta, este efecto aumenta a 0,06 desviaciones estándar. Sin embargo existe evidencia para pensar que este aumento refleja un problema de identificación, debido a las diferencias en observables para el año 2009.

De esta forma, se concluye que el efecto del tratamiento en el puntaje de SIMCE de matemática es positivo, significativo al 10%, y equivalente a entre 1 y 3 puntos SIMCE, bastante pequeño.

Tabla 6.ii.: Efecto del Proyecto en SIMCE Matemática 4to Básico

	(1)	(2)	(3)	(4)
	SIMCE	SIMCE	SIMCE	SIMCE
Establecimiento Tratado	0,02* (0,01)	0,02* (0,01)	0,06*** (0,01)	0,06*** (0,01)
R ²	0,21	0,21	0,21	0,21
N	926.992	926.992	983.939	984.164
Establecimientos	3.379	3.379	4.336	4.340
<u>Efectos Fijos</u>				
- Año	sí	sí	sí	sí
- Establecimiento	sí	sí	sí	sí
- G. Socioeconómico	no	no	sí	no
<u>Probabilidad de Tratamiento</u>				
- Grupos Socioeconómico	sí	sí	—	—
- Internet Doméstico	sí	sí	—	—
- Puntajes SIMCE	sí	sí	—	—
- Δ SIMCE (08-09)	sí	sí	—	—
- Tipo de Establecimiento	no	sí	—	—
- Ruralidad	no	sí	—	—

Errores estándar robustos. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

Como un chequeo adicional de robustez, se crean zonas de tratamiento placebo. Es decir, se crean zonas aleatorias y se vuelve a realizar el análisis repetidas veces. La intuición es que si los resultados obtenidos en las zonas reales son muy distintos a los obtenidos en las zonas placebo, entonces el resultado se puede atribuir al tratamiento y no a una coincidencia estadística. Las zonas se realizaron trasladando cada una de las zonas originales en una dirección aleatoria de acuerdo a los 12 números de las agujas del reloj. La distancia de traslado fue también aleatoria entre 5 y 7 km, con el objetivo de que la mayoría de estas no cubrieran parte de las zonas originales, pero estuvieran relativamente cerca.

Luego de realizar 9 conjuntos de zonas placebo, se repitió el procedimiento de estimación con cada uno de ellos¹² y se obtuvieron nuevos estimadores. En general, el efecto positivo desaparece tanto para la prueba de lectura como de matemática al utilizar zonas placebo. Solo en una de las estimaciones el efecto encontrado para la prueba de matemática es negativo y significativo al 10%. Esto otorga evidencia a favor de la significancia de las estimaciones realizadas, especialmente para la prueba de lectura. Los resultados se muestran a continuación:

¹²Para las estimaciones placebo, se utiliza la primera especificación mostrada en la Tabla 6.

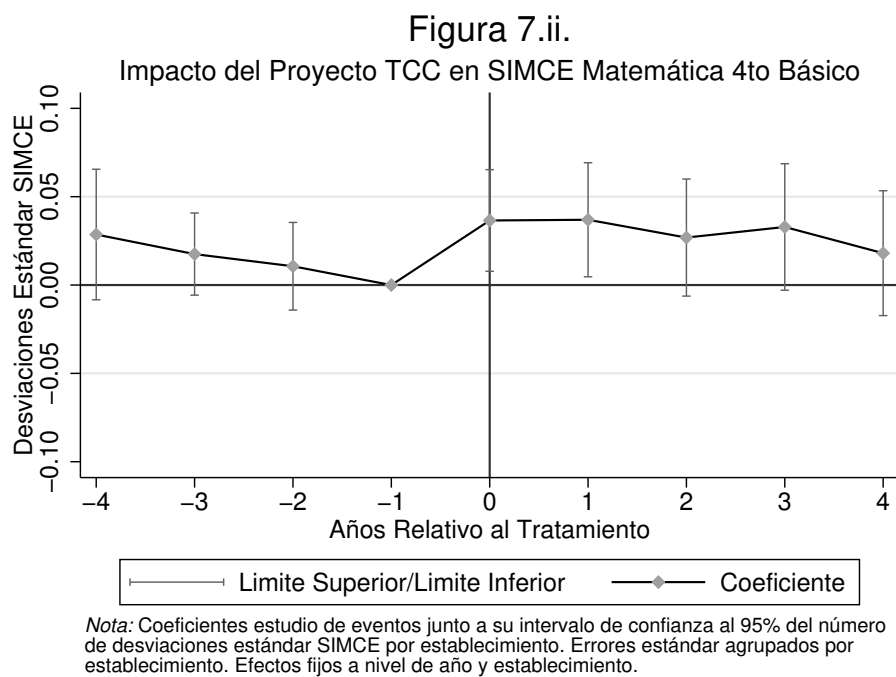
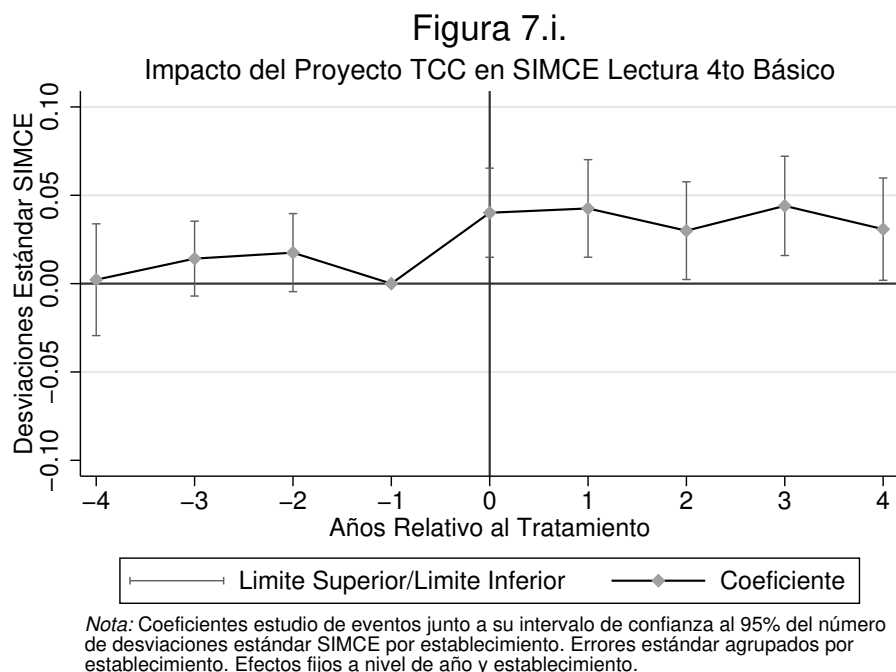
Tabla 7: Placebos SIMCE 4to básico

	(1)	(2)
	SIMCE Lectura	SIMCE Matemática
Original	0,03***	0,02*
1	0	-0,02
2	0,01	0
3	-0,01	-0,01
4	-0,02	-0,03
5	0	0,01
6	0	-0,01
7	-0,02	-0,04*
8	-0,01	0,01
9	0,01	0,01

Se debe considerar que los resultados obtenidos corresponden a efectos promedio entre y grupos y a lo largo del tiempo. Por esta razón, se crea una especificación más detallada, en la que se permite al tratamiento tener un efecto distinto según la cantidad de años que lleve tratado. De esta forma, se puede evaluar si los efectos encontrados varían en el corto o mediano plazo.

Para realizar las estimaciones, se toma como año base el año inmediatamente anterior a la implementación del proyecto, con el objetivo de evaluar el impacto a partir del año en que llega el internet. Los resultados se muestran gráficamente en las figuras 7.i. y 7.ii¹³. Estos fueron realizados a partir de la primera especificación, controlando por la probabilidad de ser tratado y con efecto fijo para año y establecimiento.

¹³Para resultados numéricos, ver Anexo 4



En primer lugar, para la prueba de lectura se observa que durante los años anteriores al base, los establecimientos tratados no presentan diferencias significativas en los puntajes SIMCE, respecto al año base. Esto quiere decir que los establecimientos tratados, en los años pre-tratamiento, seguían una tendencia similar a los controles. Esto genera evidencia adicional a favor del supuesto de identificación.

En segundo lugar, se observa que los puntajes aumentan una vez que ocurre el tratamiento, en relación con el año base y se mantienen más altos durante los 4 años siguientes. La magnitud del efecto está entre 0,03 y 0,04 desviaciones estándar, relativamente pequeño.

Para la prueba de matemática, el efecto es distinto. Durante los años anteriores al base, se observa una tendencia decreciente, aunque no significativa. Una tendencia decreciente significa que los establecimientos tratados estaban experimentando un deterioro en sus puntajes de matemática en los años anteriores al tratamiento. En ese caso, el efecto encontrado podría estar subestimado, ya que no considera que el programa habría logrado además detener esta caída. Los resultados muestran que el año del tratamiento los puntajes tienen un alza de 0,04 desviaciones estándar, significativa al 5%. Sin embargo, esta diferencia comienza a disminuir tanto en magnitud como en significancia dos años después del tratamiento. Esto se puede interpretar como que el plan provoca una mejoría en los establecimientos de las zonas beneficiadas en el corto plazo, pero que en el mediano plazo es alcanzada por el resto de los establecimientos. Una posible explicación a esto es que, con el pasar de los años, Entel haya aprovechado la infraestructura construida durante el programa para instalar más antenas en los alrededores y así tener una mayor masa de clientes. Con esto, los estudiantes que en un principio no fueron beneficiados con el programa, habrían tenido acceso a internet en los años siguientes. De esta forma, la brecha de acceso a internet entre tratados y controles debería haber disminuido, disminuyendo a su vez la brecha en puntajes. Sin embargo, esta explicación se pone en duda al observar que el fenómeno no ocurre en el caso de la prueba de lectura.

Finalmente, como chequeo de robustez, se repite esta especificación detallada para distintas zonas de control. El Anexo 5 muestra que los resultados encontrados son bastante robustos al tamaño del buffer, utilizando radios de 3km, 5km y 7km.

En términos generales, se puede concluir que existe un efecto significativo del proyecto Todo Chile Comunicado en el SIMCE de 4to básico de los establecimientos que están en las zonas beneficiadas. Sin embargo, este efecto es bastante pequeño y en el caso de la prueba de matemáticas, es solo de corto plazo.

Cabe destacar que esta evaluación solo considera el efecto causal del plan en las zonas directamente beneficiadas, en comparación con las que no lo fueron. Sin embargo, existen posibles efectos indirectos en el resto del país que no son considerados en este estudio.

7.2. Estimación para Octavos Básicos

Los resultados para octavo básico son bastante distintos que los presentados para cuarto básico. En términos generales, se ve que el efecto del proyecto en esta generación es menor que en los cuartos e incluso negativo. Esto sugiere que el *Efecto Facebook* tiene una mayor preponderancia en los estudiantes mayores, en comparación con el *Efecto MOOC*. Nuevamente es necesario destacar que estas comparaciones se realizan entre magnitudes relativamente pequeñas.

En cuanto a los resultados en la prueba de lectura, mostrados en la Tabla 10.i., se observa que el efecto no es significativo cuando se incluye la probabilidad de ser tratado como control o cuando se incluye el efecto fijo por grupo socioeconómico. El efecto es significativo solo en

la especificación de la columna 4, que no controla por las variables mencionadas.

Tabla 10.i.: Efecto del Proyecto en SIMCE Lectura 8vo Básico

	(1)	(2)	(3)	(4)
	SIMCE	SIMCE	SIMCE	SIMCE
Establecimiento Tratado	0,01 (0,01)	0,01 (0,01)	0,02 (0,01)	0,03** (0,01)
R ²	0,19	0,19	0,2	0,2
N	556664	556664	516095	621622
Establecimientos	2705	2705	3349	3353
<u>Efectos Fijos</u>				
- Año	sí	sí	sí	sí
- Establecimiento	sí	sí	sí	sí
- G. Socioeconómico	no	no	sí	no
<u>Probabilidad de Tratamiento</u>				
- Grupos Socioeconómico	sí	sí	—	—
- Internet Doméstico	sí	sí	—	—
- Puntajes SIMCE	sí	sí	—	—
- Δ SIMCE (08-09)	sí	sí	—	—
- Tipo de Establecimiento	no	sí	—	—
- Ruralidad	no	sí	—	—

Errores estándar robustos. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

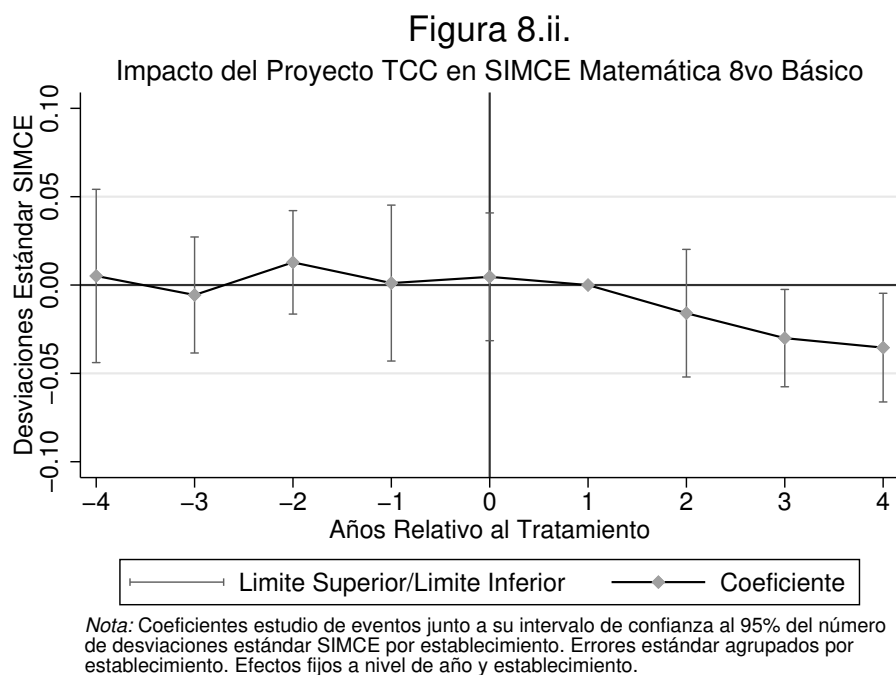
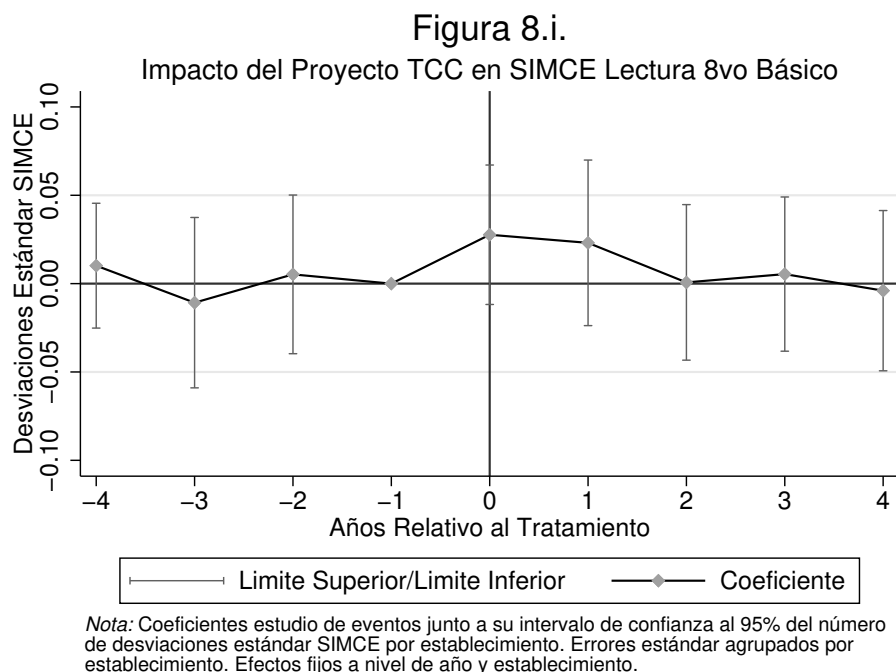
Respecto a la prueba de matemática, los resultados de la Tabla 10.ii. indican que el efecto del programa es negativo en alrededor de 0,02 desviaciones estándar, significativo al 10%. Esto significa que otorgar internet a los alumnos de 8vo básico está perjudicando su desempeño en matemática, aunque en magnitudes pequeñas.

Tabla 10.ii.: Efecto del Proyecto en SIMCE Matemática 8vo Básico

	(1)	(2)	(3)	(4)
	SIMCE	SIMCE	SIMCE	SIMCE
Establecimiento Tratado	-0,02* (0,01)	-0,02* (0,01)	-0,03** (0,01)	-0,03** (0,01)
R ²	0,27	0,27	0,28	0,28
N	559724	559724	518446	624883
Establecimientos	2705	2705	3349	3353
<u>Efectos Fijos</u>				
- Año	sí	sí	sí	sí
- Establecimiento	sí	sí	sí	sí
- G. Socioeconómico	no	no	sí	no
<u>Probabilidad de Tratamiento</u>				
- Grupos Socioeconómico	sí	sí	—	—
- Internet Doméstico	sí	sí	—	—
- Puntajes SIMCE	sí	sí	—	—
- Δ SIMCE (08-09)	sí	sí	—	—
- Tipo de Establecimiento	no	sí	—	—
- Ruralidad	no	sí	—	—

Errores estándar robustos. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

Adicionalmente, se estudia el efecto de corto y mediano plazo en cada prueba. Los resultados se pueden observar en el Anexo 6 y en las Figuras 8.i. y 8.ii. para lectura y matemática respectivamente. En la prueba de lectura, se puede observar una leve alza al momento del tratamiento, aunque no significativa, y que desaparece luego del segundo año. Mientras, en la de matemática, se puede observar como el tratamiento va empeorando el puntaje a medida que pasan los años, aunque con resultados no significativos.



Esta evidencia sugiere que el efecto de un mayor acceso a internet en el desempeño educacional de los estudiantes depende del curso o edad del alumno, donde los alumnos más grandes obtienen peores resultados académicos que los menores con la llegada de internet. Una explicación plausible es que los adolescentes se ven más distraídos por las redes sociales, principalmente por un mayor acceso a celulares personales. De esta forma, el *Efecto Facebook*:

estaría dominando al *Efecto MOOC* En la sección 8 se estudian otro tipo de heterogeneidades utilizando la muestra de cuartos básicos.

8. Efectos Heterogéneos

El uso de internet no ha sido homogéneo entre las distintas personas, y difiere según múltiples factores. En efecto, en la sección 7 se observó que el efecto del plan es distinto entre alumnos de cuarto y octavo básico. A continuación se explora la posibilidad de que los resultados obtenidos sean también diferentes según las características propias de los individuos o de los establecimientos.

Las posibles heterogeneidades surgen de distintas características propias de cada grupo. Los grupos pueden diferir tanto en sus capacidades como en sus preferencias, tomando distintas decisiones ante la aparición de los nuevos productos que trae internet.

Se evalúan heterogeneidades para los distintos sexos, tipos de establecimientos, grupos socioeconómicos y dependiendo del nivel inicial de internet doméstico, para la muestra de cuarto básico.

8.1. Heterogeneidad entre Hombres y Mujeres

En esta subsección, se analiza si los resultados encontrados son distintos para hombres y mujeres. Se puede ver que, para ambas pruebas, el impacto del programa en el puntaje SIMCE es mayor para las mujeres. Los resultados se muestran en la Tabla 12.

Para la prueba de lectura, los hombres tienen un efecto de 0,02 desviaciones estándar, significativo al 10 %, mientras que las mujeres tienen un efecto de 0,04 desviaciones estándar y significativo al 1 %. Por el lado de matemática, los hombres no muestran un efecto significativo, mientras que en las mujeres el efecto es de 0,03 desviaciones estándar, significativo al 5 %. Esto sugiere que los hombres se ven más afectados por el *Efecto Facebook* a través de nuevas distracciones, o bien, las mujeres priorizan más los estudios cuando tienen mejor acceso a información, potenciando el *Efecto MOOC*.

Cabe destacar que, a pesar de las diferencias, en ambos grupos los efectos que se observan son de magnitudes pequeñas.

Tabla 12: Efecto del Proyecto en
puntaje SIMCE según Sexo

	(1) Hombre	(2) Mujer
<u>Puntajes SIMCE 4B Lectura</u>		
Establecimiento Tratado	0,02* (0,01)	0,04*** (0,01)
R ²	0,15	0,15
N	466.893	459.060
Establecimientos	3.327	3.364
<u>Puntajes SIMCE 4B Matemática</u>		
Establecimiento Tratado	0,01 (0,01)	0,03** (0,01)
R ²	0,21	0,21
N	467.481	459.502
Establecimientos	3.326	3.364
Errores estándar robustos. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.		

8.2. Heterogeneidad según Tipo de Establecimiento y Grupo Socioeconómico

Se analizan ahora posibles heterogeneidades de acuerdo al tipo de establecimiento, dividiendo la muestra entre los municipales, particulares subvencionados y particulares pagados. Se encuentran efectos bastante distintos entre los grupos, que se observan en la Tabla 13.

Los establecimientos municipales muestran mejoras de 0,03 desviaciones estándar para ambas pruebas, significativas al 5%. Similarmente, los particulares subvencionados tienen el mismo efecto para la prueba de lectura, pero efecto no significativo para la prueba de matemática.

El contraste se encuentra en los establecimientos particulares pagados, los que muestran efectos negativos del programa. El tratamiento implica una disminución en 0,07 y 0,09 desviaciones estándares para las pruebas de lectura y matemática respectivamente, significativos al 5%. Estos efectos interesan especialmente ya que tienen el signo contrario al promedio y además se trata de magnitudes un poco mayores que las encontradas anteriormente.

Tabla 13: Efecto del Proyecto en puntaje SIMCE según Tipo de Establecimiento

	(1)	(2)	(3)
	Municipal	P. Sub	P. Pagado
<u>Puntajes SIMCE 4B Lectura</u>			
Establecimiento Tratado	0,03** (0,01)	0,03** (0,01)	-0,07** (0,04)
R ²	0,08	0,12	0,07
N	448129	439144	38659
Establecimientos	2076	1200	120
<u>Puntajes SIMCE 4B Matemática</u>			
Establecimiento Tratado	0,03** (0,01)	0,01 (0,02)	-0,09** (0,04)
R ²	0,11	0,19	0,13
N	448215	439599	39178
Establecimientos	2076	1191	112
Errores estándar robustos. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.			

Adicionalmente, se divide la muestra de acuerdo al grupo socioeconómico de cada establecimiento, obteniendo las estimaciones de la Tabla 14.

Para los grupos socioeconómicos bajo, medio-bajo y medio, se observan resultados positivos para ambas pruebas. Sin embargo, estos son significativos solo para la prueba de lectura.

En cuanto a el grupo socioeconómico alto, se observa un impacto negativo de 0,08 y 0,09 desviaciones estándar, significativo al 5% y 1% para las pruebas de lectura y matemática respectivamente.

En términos generales, el programa muestra haber beneficiado levemente a los establecimientos municipales y/o de grupos socioeconómicos más bajos, con evidencia a favor del *Efecto MOOC*. Al mismo tiempo, existe evidencia a favor del *Efecto Facebook* en los establecimientos particulares pagados y/o del grupo socioeconómico alto, donde los puntajes se ven perjudicados.

Tabla 14: Efecto del Proyecto en puntaje
SIMCE según Grupo Socioeconómico

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	GSE	GSE	GSE	GSE	GSE
	Bajo	Medio-Bajo	Medio	Medio-Alto	Alto
<u>Puntajes SIMCE 4B Lectura</u>					
Establecimiento Tratado	0,04** (0,02)	0,02* (0,01)	0,03** (0,02)	0,03 (0,03)	-0,08** (0,04)
R ²	0,1	0,07	0,08	0,07	0,05
N	114409	317239	322999	132042	39272
Establecimientos					
<u>Puntajes SIMCE 4B Matemática</u>					
Establecimiento Tratado	0,03 (0,02)	0,02 (0,02)	0,02 (0,02)	0,01 (0,03)	-0,09* (0,05)
R ²	0,14	0,11	0,12	0,11	0,11
N	114309	317365	323625	132369	39324
Establecimientos					

Errores estándar robustos. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

8.3. Heterogeneidad de acuerdo al Nivel de Internet antes del Tratamiento

Finalmente, se puede pensar que el programa puede haber afectado de forma distinta a los establecimientos en donde el internet doméstico antes del tratamiento era más común, en cuánto las nuevas antenas pueden haber impactado menos el nivel de acceso a internet.

De esta forma, se divide la muestra de establecimientos en dos: los que tienen internet sobre la media y bajo la media. Los resultados se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15: Efecto del Proyecto en puntaje SIMCE según Nivel de Internet Doméstico en el año 2009

	(1) Bajo la Media	(2) Sobre la Media
<u>Puntajes SIMCE 4B Lectura</u>		
Establecimiento Tratado	0,04*** (0,01)	0,02 (0,01)
R ²	0,09	0,15
N	440942	485019
Establecimientos	2237	1142
<u>Puntajes SIMCE 4B Matemática</u>		
Establecimiento Tratado	0,03** (0,01)	0,01 (0,02)
R ²	0,13	0,21
N	441073	485919
Establecimientos	2237	1142
Errores estándar robustos. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.		

Mientras que el efecto es positivo para quienes contaban con menor acceso a internet, no es significativo para quienes tenían mayor acceso. Lo anterior podría explicarse ya que mientras los estudiantes con bajo acceso a internet experimentaron un cambio de posibilidades producto del programa, los con mayor acceso no se vieron tan beneficiados por este.

9. Conclusiones y Reflexiones

El plan Todo Chile Comunicado ha sido la mayor iniciativa en el ámbito público y privado de conectividad digital que se ha desarrollado en la historia de Chile. Como principales beneficios del proyecto, sus creadores destacaron la conectividad de los chilenos con el país y con el mundo, el aporte directo en las labores productivas de todas las zonas beneficiadas, y nuevas posibilidades en el ámbito educacional¹⁴.

A pesar de sus múltiples beneficios, internet proporciona también atractivas distracciones, poniendo en riesgo las potenciales ventajas de este. Esto se puede ver en el alto uso de WhatsApp y la creciente penetración de distintas redes sociales, que día a día cuentan con

¹⁴Antonio Buchi, Gerente General de Entel. Presentación del plan Todo Chile Comunicado.

miles de usuarios activos.

Este trabajo estima los efectos causales del mayor plan de conectividad que ha experimentado Chile, preguntándose si y cómo afectó el mayor acceso a internet al desempeño educativo. Para esto, se tomaron en cuenta datos de más de 2000 establecimientos que se encuentran dentro de las zonas beneficiadas por el programa, manteniendo como controles otros 2000 establecimientos que quedaron fuera de estas. De esta forma, se realizó un estudio de eventos con *matching en propensity score*, para estimar el efecto causal del plan en el puntaje SIMCE de los alumnos.

Se observa que el mayor acceso a internet producto del plan tuvo un efecto positivo pero pequeño en el desempeño educacional de los estudiantes de cuarto básico, el que se traduce en poco menos de 0,05 desviaciones estándar del puntaje SIMCE. Este efecto contrasta con la evidencia internacional, que ha encontrado efectos no significativos o negativos con pequeñas magnitudes. Lo que estaría ocurriendo es que el *Efecto MOOC* tiene levemente mayor relevancia que el *Efecto Facebook* en estos estudiantes cuando obtienen acceso a internet. Sin embargo, en los estudiantes de octavo básico el *Efecto Facebook* parece cobrar mayor importancia, logrando netear o incluso superar al *Efecto MOOC*. Esto se podría ver explicado por la alta proporción de adolescentes que cuentan con un celular en comparación con los niños, lo que se traduce en mayor intensidad de uso de redes sociales.

Se buscó también desagregar la muestra de cuartos básicos para ver si había alguna heterogeneidad significativa. Se concluye principalmente que para los establecimientos pagados y con un grupo socioeconómico más alto, el efecto del plan es significativo y negativo, con una magnitud de cerca de 0,1 desviaciones estándar del puntaje. Una explicación a esto sería que el mayor acceso a internet de los niños de establecimientos pagados y/o de un grupo socioeconómico más alto, se traduce principalmente en un uso más intensivo de redes sociales u otras distracciones, lo que no ocurriría en establecimientos municipales o de grupos socioeconómicos más bajos. Por otro lado, se observa un efecto positivo y significativo, aunque de menor magnitud, para los alumnos de establecimientos municipales o de grupos socioeconómicos más bajos, lo que se podría explicar por una menor cantidad de sustitutos al aprendizaje en línea y por lo tanto un cambio mayor en el acceso a contenido educacional producto del acceso a internet.

Se desagregó también la muestra entre hombres y mujeres, encontrando efectos distintos entre ellos. Mientras los hombres muestran efecto positivo y significativo al 10% solo para la prueba de lectura, las mujeres obtienen resultados de mayor magnitud (aunque todavía menores a 0,05 desviaciones estándar del puntaje) y con mayor significancia para ambas pruebas. Esto generaría evidencia de que los hombres se distraen más fácilmente con el acceso a internet, o bien, que las mujeres logran sacar más provecho de las herramientas de este.

Aún teniendo en consideración que los puntajes de las pruebas SIMCE no son una aproximación perfecta del aprendizaje del alumno, se esperaría que un proyecto que realmente impacte en la educación tuviera efectos en esta prueba significativos y de mayores magnitudes que los encontrados. El análisis del proyecto Todo Chile Comunicado muestra que los estudiantes no han logrado aprovechar la conectividad en todo su potencial, y que es necesario complementar el acceso a internet con otro tipo de políticas que enseñen a utilizar estas

nuevas fuentes de conocimiento de forma provechosa y sin caer en tantas distracciones.

La estimación del efecto del plan en los puntajes SIMCE de las zonas beneficiadas deja en evidencia que los objetivos enunciados por los creadores del programa no fueron completamente alcanzados. De esta forma, el estudio entrega un insumo para futuras decisiones de política pública relacionadas con temas de conectividad. Por otro lado, el estudio del efecto indirecto que puede haber tenido el plan en las zonas del resto del país, junto con el análisis de distintos mecanismos que pueden haber influido, como lo son el cambio en el tiempo dedicado a estudiar o utilizar redes sociales, la posible selección al momento de rendir el SIMCE u otros, quedan abiertos para futuras investigaciones. De esta forma, se podría evaluar qué partes de la cadena de cambios fallaron en la implementación del programa y dónde se deberían poner los recursos para sacar el mejor provecho de estos.

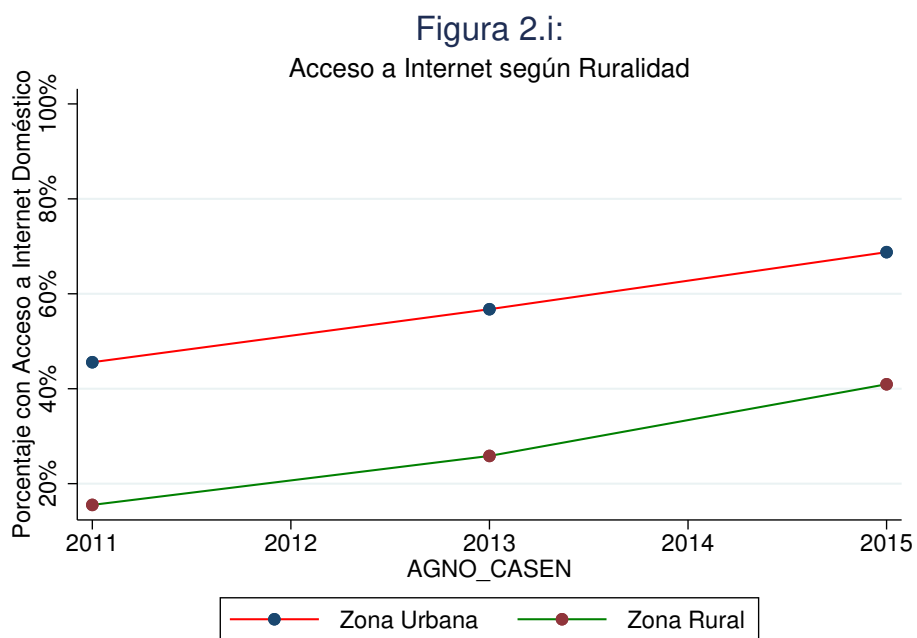
Referencias

- Attewell, Paul y Juan Battle (1999). «Home Computers and School Performance». En: *The Information Society* 15.1, págs. 1-10.
- Centro de Medición, MIDE UC (2013). *Estudio de Evaluación de Impacto para Proyectos del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones*. Inf. téc. Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Psicología.
- Chen, Wenhong y Barry Wellman (2004). «The global digital divide—within and between countries». En: *IT & society* 1.7, págs. 39-45.
- Dasgupta, Susmita, Somik Lall y David Wheeler (2005). «Policy Reform, Economic Growth and the Digital Divide». En: *Oxford Development Studies* 33.2, págs. 229-243.
- Dehejia, Rajeev H. y Sadek Wahba (2002). «Propensity Score-Matching Methods for Nonexperimental Causal Studies». En: *The Review of Economics and Statistics* 84.1, págs. 151-161.
- Faber, Benjamin, Rosa Sanchis-Guarner y Felix Weinhardt (2015). *ICT and Education: Evidence from Student Home Addresses*. Working Paper 21306. National Bureau of Economic Research.
- Fairlie, Robert W y Rebecca A London (2012). «The effects of home computers on educational outcomes: Evidence from a field experiment with community college students». En: *The Economic Journal* 122.561, págs. 727-753.
- Fuchs, Thomas y Ludger Wossmann (2004). «Computers and student learning: bivariate and multivariate evidence on the availability and use of computers at home and at school». En: *Brussels Economic Review* 47.3-4, págs. 359-386.
- Goldfarb, Avi y Jeff Prince (2008). «Internet adoption and usage patterns are different: Implications for the digital divide». En: *Information Economics and Policy* 20.1, págs. 2-15.
- González, Felipe y Mounu Prem (2018). «Losing Your Dictator: Firms During Political Transition». En: *SSRN*.
- González, Teresita (2017). «Efectos del mayor acceso a internet móvil en el desempeño académico. Evidencia para Chile». Tesis de Magíster. Instituto de Economía. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Goolsbee, Austan y Jonathan Guryan (2006). «The impact of Internet subsidies in public schools». En: *The Review of Economics and Statistics* 88.2, págs. 336-347.
- Jacobson, Louis S., Robert J. LaLonde y Daniel G. Sullivan (1993). «Earnings Losses of Displaced Workers». En: *The American Economic Review* 83.4, págs. 685-709.
- OECD (2018). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2018*.
- Rao, Siriginidi Subba (2005). «Bridging digital divide: Efforts in India». En: *Telematics and Informatics* 22.4, págs. 361-375.
- Rivera, Jorge, José Luis Lima y Ernesto Castillo (2014). *Estudio quinta encuesta sobre acceso, usos, usuarios y disposición de pago por internet en zonas urbanas y rurales de Chile*. Inf. téc. Centro de Análisis Intelis y Facultad de Economía y Negocios Universidad de Chile.
- Rosenbaum, Paul R. y Donald B. Rubin (1983). «The central role of the propensity score in observational studies for causal effects». En: *Biometrika* 70.1, págs. 41-55.

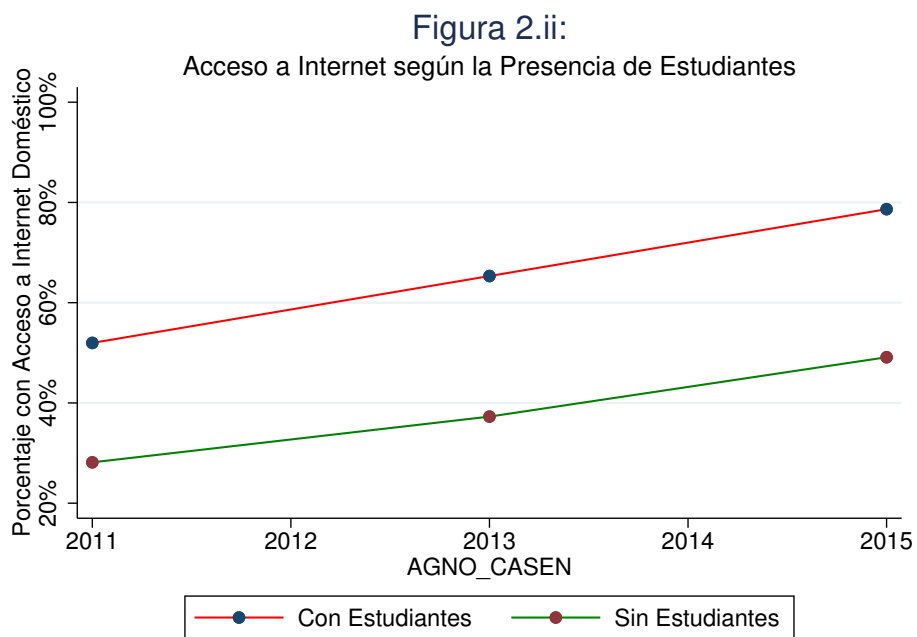
Schmitt, John y Jonathan Wadsworth (2006). «Is there an impact of household computer ownership on children's educational attainment in Britain?» En: *Economics of Education review* 25.6, págs. 659-673.

10. Figuras

Figura 2



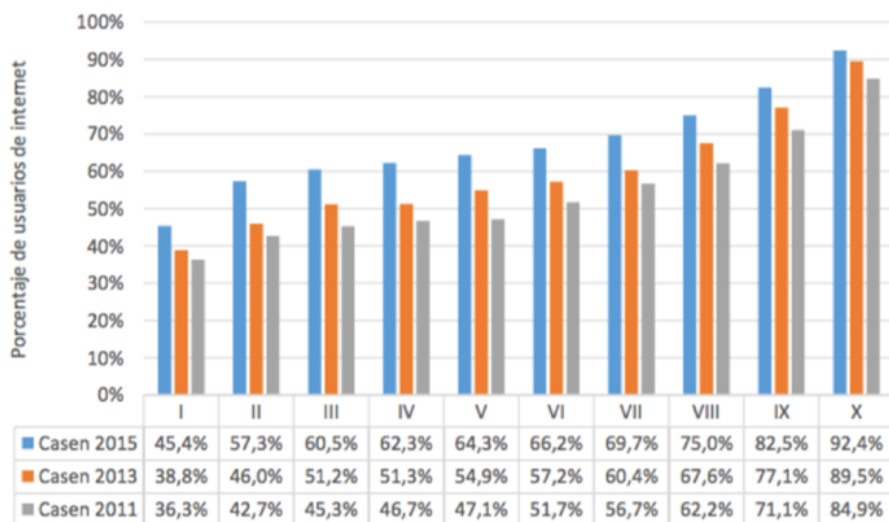
Fuente: Elaboración propia con datos encuesta CASEN.



Fuente: Elaboración propia con datos encuesta CASEN.

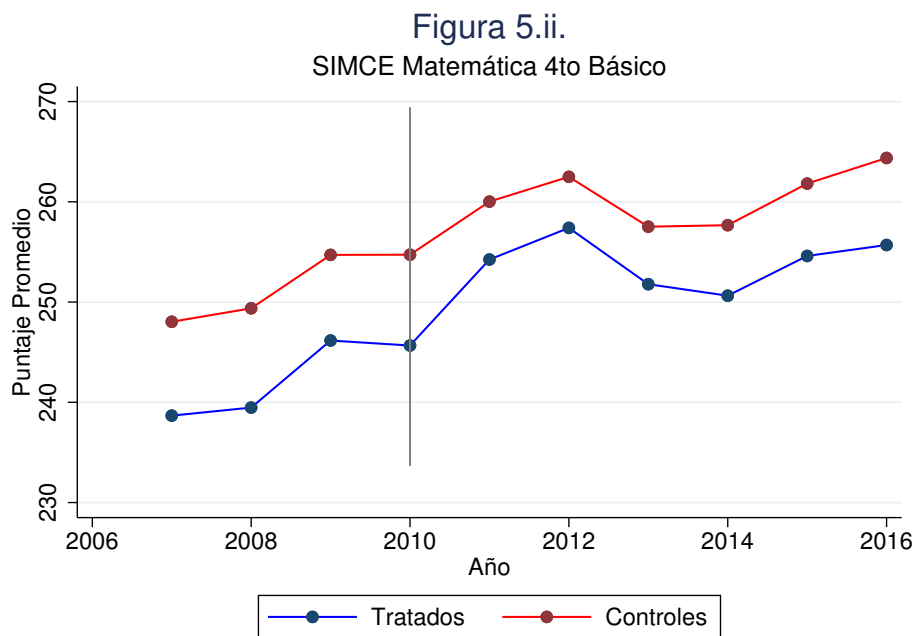
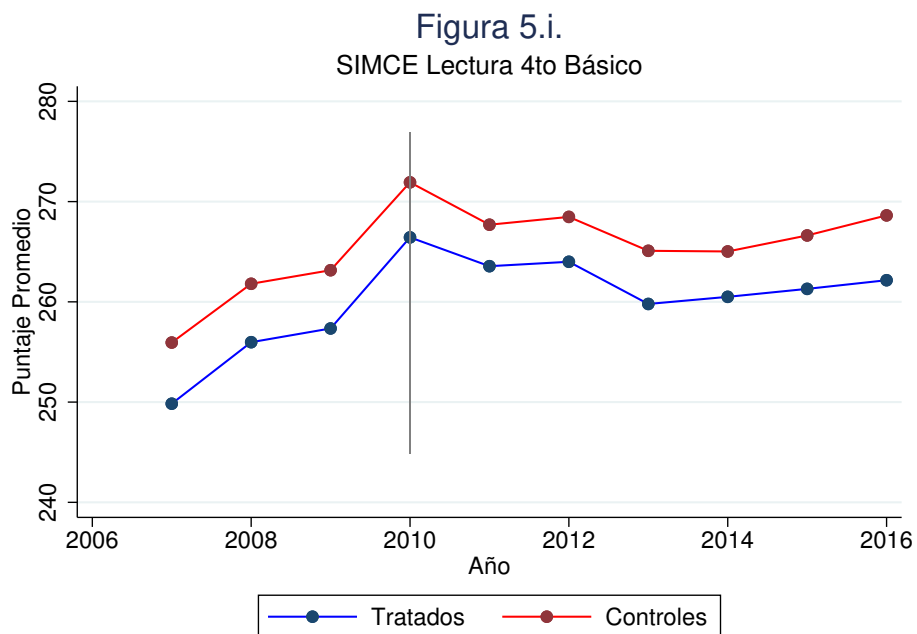
Figura 2.iii:

Acceso a Internet según Decil de Ingresos



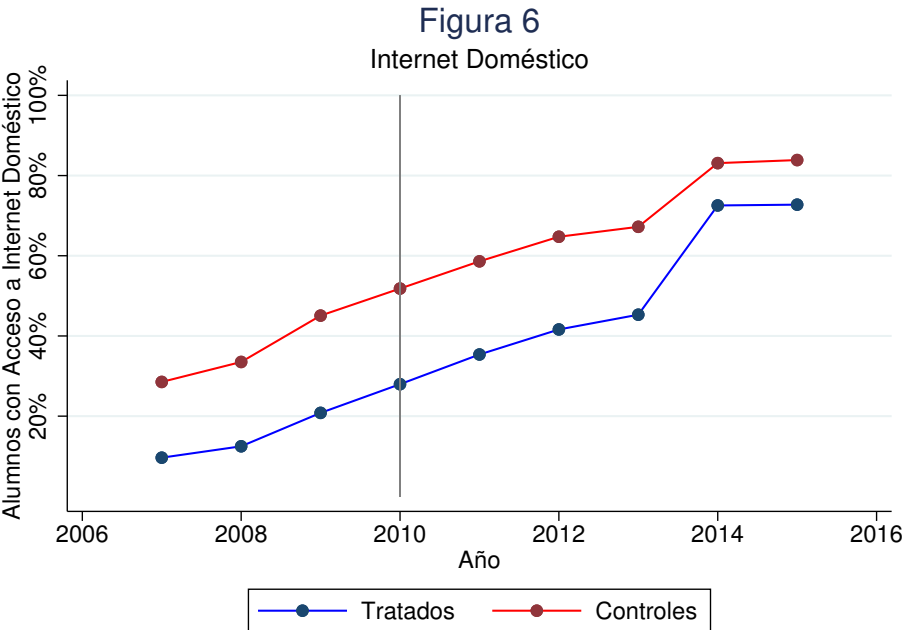
Fuente: Uso de Internet en Chile, la Otra Brecha que nos Divide. Fundación País Digital.

Figura 5: Puntajes SIMCE 4to Básico por Materia



Fuente: Elaboración propia con datos de la Agencia de Calidad de la Educación

Figura 6



11. Anexos

Anexo 1: Un Ejemplo del Modelo Teórico

Se supone una función de utilidad que cumple con las condiciones descritas en la sección 4:

$$U_i = A_i + E_i$$

donde

$$A_i = a\sqrt{T_i} + b\sqrt{\alpha_i * I_i} \text{ y } E_i = c\sqrt{O_i} + b\sqrt{\alpha_i * D_i}$$

y a , b , c y d son ponderadores que tiene cada tipo de actividad para el estudiante. De esta forma, el problema a maximizar será

$$\begin{aligned} \max_{T_i, I_i, O_i, D_i} U_i &= a\sqrt{T_i} + b\sqrt{\alpha_i * I_i} + c\sqrt{O_i} + b\sqrt{\alpha_i * D_i} \\ \text{s.a. } T_i + I_i + O_i + D_i &\leq T \end{aligned}$$

Al resolver las condiciones de primer orden, se obtienen los siguientes valores para cada una de las variables:

$$\begin{aligned} T_i^* &= \frac{a^2 T}{a^2 + \alpha_i b^2 + c^2 + \alpha_i d^2}, \quad I_i^* = \frac{\alpha_i b^2 T}{a^2 + \alpha_i b^2 + c^2 + \alpha_i d^2}, \\ O_i^* &= \frac{c^2 T}{a^2 + \alpha_i b^2 + c^2 + \alpha_i d^2}, \quad D_i^* = \frac{\alpha_i d^2 T}{a^2 + \alpha_i b^2 + c^2 + \alpha_i d^2}. \end{aligned}$$

A partir de lo anterior, se concluye que el resultado académico del estudiante será:

$$A_i^* = (a^2 + \alpha_i b^2) \sqrt{\frac{T}{a^2 + \alpha_i b^2 + c^2 + \alpha_i d^2}}$$

Cabe destacar que el efecto que tendrá un aumento de α_i en el resultado académico dependerá de los parámetros a , b , c y d . En cuanto a las variables de estudio y ocio tradicional, una mejora en la calidad de internet disminuirá las horas dedicadas a estas.

Naturalmente, mientras mayor sea d en relación a los otros parámetros, el impacto negativo de un aumento de α_i en el resultado académico será menor (o incluso negativo), esto se puede considerar como el llamado *Efecto Facebook*. Al mismo tiempo, mientras mayor sea el b , mayor será el impacto de la mejora de conexión en el resultado académico, esto se conoce como *Efecto MOOC*.

El caso del plan Todo Chile Comunicado corresponde, para muchas personas, en un aumento de α_i desde 0 hasta un valor positivo, por lo que el el marco conceptual no logra predecir si predominará el *Efecto Facebook* o el *Efecto MOOC* ante un incremento de este.

Anexo 2: Estadísticas Descriptivas

Tabla 2: Estadísticas Descriptivas.

	Prom.	D.Est	Min	Max	Perc 10	Perc 50	Perc 90	N
<u>4to Básico</u>								
Puntaje Lectura	264,2	51,8	99	406	191,6	267,9	330,1	2.193.853
Puntaje Matemática	255,2	52,4	82,9	395,7	183,9	257,2	322,3	2.196.769
<u>8vo Básico</u>								
Puntaje Lectura	249,51	51,33	95,63	378,08	179,67	251,05	316,17	1.348.806
Puntaje Matemática	259,71	49,86	126,31	402,69	193,82	259,01	325,79	1.355.951
<u>Internet Doméstico</u>								
Año 2009	0,4	0,28	0	1	0,06	0,35	0,84	218.923
Año 2012	0,59	0,26	0	1	0,25	0,61	0,94	218.441
Año 2015	0,81	0,15	0	1	0,62	0,85	0,97	212.265

Fuente: Elaboración propia con datos de la Agencia de Calidad de la Educación.

Anexo 3: Efectos en la Probabilidad de ser Tratado

Tabla 4: Efectos en la Probabilidad de ser Tratado

Variable	(1)	(2)
	Dummy Tratamiento	Dummy Tratamiento
G. Socioeconómico Medio-Bajo	0,01 (0,03)	0,01 (0,03)
G. Socioeconómico Medio	-0,11*** (0,03)	-0,09** (0,04)
G. Socioeconómico Medio-Alto	-0,13** (0,06)	-0,11* (0,06)
G. Socioeconómico Alto	-0,02 (0,08)	-0,13 (0,12)
Internet Doméstico	-0,76*** (0,07)	-0,76*** (0,07)
SIMCE Lectura 4B	0,17*** (0,05)	0,17*** (0,05)
SIMCE Matemática 4B	0,04 (0,05)	0,04 (0,05)
Δ SIMCE Lectura (08-09)	-0,18*** (0,04)	-0,18*** (0,04)
Δ SIMCE Matemática (08-09)	0,06 (0,04)	0,07* (0,04)
Ruralidad		0,01 (0,02)
Particular Subvencionado		-0,03 (0,02)
Particular Pagado		0,12 (0,11)
Constante	0,75** (0,03)	0,75** (0,03)
R ²	0,14	0,14
N	114.681	114.681
Establecimientos	3.378	3.378

Errores estándar robustos. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

Anexo 4: Efectos del Plan en el puntaje SIMCE de 4to Básico por Año

Tabla 8: Efecto del Proyecto en SIMCE 4to Básico

Variable	(1)	(2)
	SIMCE 4B Lectura	SIMCE 4B Matemática
Tratado -4 años	0 (0, 02)	0, 03 (0, 02)
Tratado -3 años	0, 01 (0, 01)	0, 02 (0, 01)
Tratado -2 años	0, 02 (0, 01)	0, 01 (0, 01)
Tratado 0 años	0, 04*** (0, 01)	0, 04** (0, 01)
Tratado 1 años	0, 04*** (0, 01)	0, 04** (0, 02)
Tratado 2 años	0, 03** (0, 01)	0, 03 (0, 02)
Tratado 3 años	0, 04*** (0, 01)	0, 03* (0, 02)
Tratado 4 años	0, 03** (0, 01)	0, 02 (0, 02)
Observaciones	925.961	926.992
R ²	0,15	0,21

Año anterior al tratamiento como año base. Errores estándar robustos. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

Anexo 5: Estimación para 4to Básico utilizando otros Tamaños de Buffers

Tabla 9.i.: Efecto del Proyecto en SIMCE Lectura con distintas zonas de control

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	SIMCE 4B (3 Km)	SIMCE 4B (5 Km)	SIMCE 4B (7 Km)	SIMCE 4B (3 Km)	SIMCE 4B (5 Km)	SIMCE 4B (7 Km)
Establecimiento Tratado	0,04*** (0,01)	0,03*** (0,01)	0,03*** (0,01)			
Tratado -4 años				-0,01 (0,02)	0 (0,02)	-0,02 (0,02)
Tratado -3 años				0,01 (0,01)	0,01 (0,01)	0 (0,01)
Tratado -2 años				0 (0,01)	0,02 (0,01)	0 (0,01)
Tratado 0 años				0,03** (0,01)	0,04*** (0,01)	0,03*** (0,01)
Tratado 1 años				0,04*** (0,01)	0,04*** (0,01)	0,04*** (0,01)
Tratado 2 años				0,03** (0,02)	0,03** (0,01)	0,03* (0,01)
Tratado 3 años				0,05*** (0,02)	0,04*** (0,01)	0,04*** (0,01)
Tratado 4 años				0,05*** (0,02)	0,03** (0,01)	0,03** (0,01)
R ²	0,17	0,15	0,15	0,17	0,15	0,15
N	876373	925961	1150617	876373	925961	1150617
Establecimientos						

Errores estándar robustos. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

Tabla 9.ii.: Efecto del Proyecto en SIMCE Matemática con distintas zonas de control

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	SIMCE 4B	SIMCE 4B	SIMCE 4B	SIMCE 4B	SIMCE 4B	SIMCE 4B
	(3 Km)	(5 Km)	(7 Km)	(3 Km)	(5 Km)	(7 Km)
Establecimiento Tratado	0,04*** (0,01)	0,02* (0,01)	0,03*** (0,01)			
Tratado -4 años				0,02 (0,02)	0,03 (0,02)	0,02 (0,02)
Tratado -3 años				0,02 (0,01)	0,02 (0,01)	0,01 (0,01)
Tratado -2 años				0 (0,01)	0,01 (0,01)	0,01 (0,01)
Tratado 0 años				0,04** (0,02)	0,04** (0,01)	0,04*** (0,01)
Tratado 1 años				0,05*** (0,02)	0,04** (0,02)	0,05*** (0,02)
Tratado 2 años				0,04** (0,02)	0,03 (0,02)	0,04** (0,02)
Tratado 3 años				0,05*** (0,02)	0,03* (0,02)	0,04** (0,02)
Tratado 4 años				0,04** (0,02)	0,02 (0,02)	0,03 (0,02)
R ²	0,24	0,21	0,21	0,24	0,21	0,21
N	876883	926992	1151855	876883	926992	1151855
Establecimientos						

Errores estándar robustos. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

Anexo 6: Efectos del Plan en el puntaje SIMCE de 8vo Básico por Año

Tabla 11: Efecto del Proyecto en SIMCE 8vo Básico

Variable	(1)	(2)
	SIMCE 8B Lectura	SIMCE 8B Matemática
Tratado -4 años	0,01 (0,02)	0 (0,02)
Tratado -3 años	-0,01 (0,02)	-0,01 (0,02)
Tratado -2 años	0,01 (0,02)	0,01 (0,02)
Tratado 0 años	0,03 (0,02)	0 (0,02)
Tratado 1 años	0,02 (0,02)	0 (0,02)
Tratado 2 años	0 (0,02)	-0,02 (0,02)
Tratado 3 años	0,01 (0,02)	-0,03 (0,02)
Tratado 4 años	0 (0,02)	-0,04 (0,02)
Observaciones	556664	559724
R ²	0,19	0,27

Año anterior al tratamiento como año base. Errores estándar robustos. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

Anexo 7: Efecto del Plan en la Penetración de Internet Doméstico

A partir de los resultados del estudio, se busca encontrar una explicación o mecanismo a través del cuál podría haber actuado el plan. Naturalmente, se podría esperar que la implementación del proyecto haya incrementado el acceso a internet de los hogares ubicados en las zonas beneficiadas.

Por el lado de la variable que mide el tratamiento (independiente) se crean dos especificaciones distintas. En primer lugar, se considera como aproximación al tratamiento en el hogar, el hecho de que el establecimiento respectivo quede ubicado en la zona de tratamiento. Sin embargo, al tratarse de localidades pequeñas (aproximadamente 2 km de diámetro), pueden existir muchos hogares fuera de las zonas cuyos establecimientos estén dentro o viceversa. Esto implica un error de medición que puede llevar a subestimar el efecto real.

La segunda aproximación indica la proporción del área de la comuna que estuvo afectada por el tratamiento en cada momento del tiempo. Por construcción, la unidad de análisis en

esta especificación son las comunas, y por lo tanto se pierde precisión en las estimaciones. Sin embargo, tiene la ventaja de disminuir el error de medición, en cuanto son menos los alumnos que estudian en una comuna distinta a la que viven.

Por otro lado, los datos que indican el acceso a internet de los alumnos son bastante limitados. Por un lado, la encuesta CASEN cambia las preguntas que hacen referencia al acceso a internet después del 2009. Al intentar estandarizar resultados, se observa una penetración de internet mayor a 65 % para el año 2009, la que disminuye a cerca de 40 % cuando se corrige el cuestionario, por lo que la base de datos parece no ser fidedigna en esta dimensión. Por otro lado, el cuestionario complementario a la prueba SIMCE cuenta con respuestas auto-reportadas y sin métodos de verificación. Adicionalmente, el 2014 se traslada la pregunta desde el cuestionario de padres al cuestionario de alumnos, lo que coincide con un cambio de tendencia importante, como se puede observar en la Figura 5. Esto lleva a pensar que los datos provenientes de estos cuestionarios en la dimensión de internet doméstico tampoco sean muy confiables.

No obstante, se realizan las estimaciones correspondientes utilizando los datos de los cuestionarios SIMCE, teniendo en consideración que los errores de medición pueden conducir a resultados sesgados. A continuación, se presentan los resultados para las 2 combinaciones posibles.

Tabla 16: Efecto del Proyecto en el Internet Doméstico

	(1)	(2)
	Acceso a Internet	Acceso a Internet
Tratamiento por Establecimiento	0,0217*** (0,004)	
Área tratada por Comuna		0,0085 (0,0315)
<hr/>		
Efectos Fijos		
- Año	sí	sí
- Establecimiento	sí	sí
- G. Socioeconómico	sí	sí
<hr/>		
R ²	0,89	0,34
N	925876	796913
Establecimientos	4322	4264

Errores estándar robustos. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

Se puede observar que, para los datos de los cuestionarios SIMCE y utilizando la variable binaria para los establecimientos tratados, el efecto es positivo y significativo. Los resultados indican que al atender a un establecimiento dentro de las zonas beneficiadas, aumenta en 2,2 puntos base la probabilidad de tener acceso a internet en el hogar. Tal como se describió anteriormente, este resultado podría estar sesgado. Por otro lado, al utilizar el área tratada por comuna, el resultado no es significativo.

Una última alternativa para caracterizar la efectividad del plan en el acceso a internet es utilizar las conexiones realizadas desde las zonas beneficiadas.

Un estudio del Centro de Medición MIDE UC, indica que el plan efectivamente logró aumentar las conexiones a internet en las zonas beneficiadas. En promedio, estas presentan un crecimiento de 47,8 % en el número de conexiones, y de un 7,2 % en el tráfico de datos. Sin embargo, este indicador tiene la desventaja de que no solo captura el cambio en la penetración de internet, sino que también aumenta cuando las mismas personas se conectan más.

En términos generales, los datos no permiten verificar que el plan Todo Chile Comunicado haya aumentado la penetración de internet en las zonas beneficiadas. Sin embargo, la mayor cantidad de conexiones y tráfico son compatibles con este aumento.